



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I860488 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：110136239

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 09 月 29 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

G03F1/42 (2012.01)

G03F1/84 (2012.01)

(30)優先權：2020/11/05 日本

2020-185158

(71)申請人：日商佳能股份有限公司 (日本) CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)

日本

(72)發明人：赤松昭郎 AKAMATSU, AKIO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201202870A

CN 103091993A

審查人員：林聖傑

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：15 共 59 頁

(54)名稱

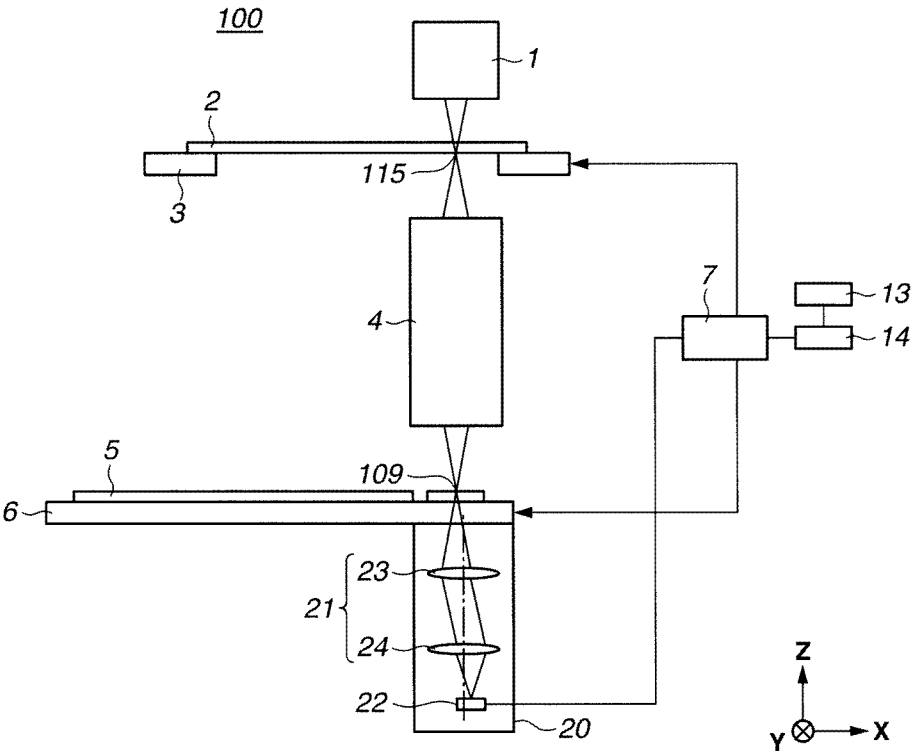
曝光設備、曝光方法、和製造物品的方法

(57)摘要

控制單元基於在第一定時由檢測系統檢測的照明光的第一分佈和在第一定時之後的第二定時由檢測系統檢測的照明光的第二分佈、在第二定時之後的第三定時控制在投影系統的光軸方向上的相對位置和在垂直於光軸方向的方向上的相對位置，在第一定時和第二定時檢測的照明光已穿過第一標記和第二標記。

The control unit controls the relative position in an optical axis direction of the projection system and the relative position in a direction perpendicular to an optical axis direction at a third timing after a second timing based on a first distribution of illumination light detected by the detection system at a first timing and a second distribution of illumination light detected by the detection system at the second timing after the first timing, the illumination light detected at the first and second timings having passed through the first and second marks.

指定代表圖：



【圖 2】

- 符號簡單說明：
- 1:光學照明系統
 - 2:遮罩
 - 3:遮罩台架
 - 4:投影光學系統
 - 5:基板
 - 6:基板台架
 - 7:控制單元
 - 13:輸入單元
 - 14:確定單元
 - 20:檢測光學系統
 - 21:影像形成系統
 - 22:檢測單元
 - 23:透鏡
 - 24:透鏡
 - 100:曝光裝置
 - 109:第二測量標記
 - 115:第一測量標記



公告本

I860488

【發明摘要】

【中文發明名稱】

曝光設備、曝光方法、和製造物品的方法

【英文發明名稱】

EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD, AND ARTICLE
MANUFACTURING METHOD

【中文】

控制單元基於在第一定時由檢測系統檢測的照明光的第一分佈和在第一定時之後的第二定時由檢測系統檢測的照明光的第二分佈、在第二定時之後的第三定時控制在投影系統的光軸方向上的相對位置和在垂直於光軸方向的方向上的相對位置，在第一定時和第二定時檢測的照明光已穿過第一標記和第二標記。

【英文】

The control unit controls the relative position in an optical axis direction of the projection system and the relative position in a direction perpendicular to an optical axis direction at a third timing after a second timing based on a first distribution of illumination light detected by the detection system at a first timing and a second distribution of illumination light detected by the detection system at the second timing after the first timing, the illumination light detected at the first and second timings having passed through the first and second marks.

【指定代表圖】圖 2

【代表圖之符號簡單說明】

1:光學照明系統

2:遮罩

3:遮罩台架

4:投影光學系統

5:基板

6:基板台架

7:控制單元

13:輸入單元

14:確定單元

20:檢測光學系統

21:影像形成系統

22:檢測單元

23:透鏡

24:透鏡

100:曝光裝置

109:第二測量標記

115:第一測量標記

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

曝光設備、曝光方法、和製造物品的方法

【英文發明名稱】

EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD, AND ARTICLE
MANUFACTURING METHOD

【技術領域】

實施例的方面涉及曝光裝置、曝光方法、以及物品製造方法

【先前技術】

在製造諸如半導體設備或平板顯示器(FPD)的設備的微影過程中，使用將遮罩(mask)的圖案轉印到基板上的曝光裝置。在這樣的曝光裝置中，要求準確地調整對準(在垂直於投影光學系統的光軸的方向上遮罩與基板之間的相對位置對準)和焦點(照射在基板上的光的焦點(focus))，以便將遮罩的圖案準確地轉印到基板上。

提出了使用投影光學系統的使用「通過透鏡/鏡後測光(TTL)」方法的校準作為對準和焦點調整方法之一。日本專利申請特開No.4-348019討論了使用TTL方法的焦點校準的技術。一般地，在焦點校準中，在基板台架在投影光學系統的光軸方向上被驅動的同時，檢測藉由投影光學系

統、台架上的標記等獲得的光量。基於在投影光學系統的光軸方向上驅動基板台架時的光量的變化確定表面(抗蝕劑層)上可以獲得最優焦點的基板的位置。

已知遮罩和基板的最優相對位置(最佳焦點位置)由於在曝光處理期間在熱等的影響下投影光學系統內部的空氣波動和投影光學系統的構件的位置偏差、隨著時間經過而改變。如果在最佳焦點位置已偏離的狀態下執行曝光處理，那麼曝光準確度可能降低。因而，即使在最佳焦點位置被改變的情況下執行一次焦點校準的情況下，也再次執行焦點校準。然而，由於執行焦點校準花費時間，因此處理基板的生產率降低。

【發明內容】

根據實施例的一個方面，曝光裝置執行將遮罩的圖案轉印到基板上的曝光處理，所述曝光裝置包括投影系統，所述投影系統被配置為將所述遮罩的圖案投影到所述基板上；檢測系統，所述檢測系統被配置為檢測已穿過(pass through)第一標記、所述投影系統、以及第二標記的照明光的光量分佈，所述第一標記被部署在所述投影系統的物體表面(object surface)上，所述第二標記被部署在所述投影系統的影像平面(image plane)上；以及控制單元，所述控制單元被配置為控制所述遮罩和所述基板的相對位置。所述控制單元基於在第一时间由所述檢測系統檢測的照明光的第一分佈和在所述第一时间之後的第二時間由所述檢

測系統檢測的照明光的第二分佈、在所述第二定時之後的第三定時控制在所述投影系統的光軸方向上的所述相對位置和在垂直於光軸方向的方向上的所述相對位置，在所述第一定時檢測的照明光已穿過所述第一標記和所述第二標記，在所述第三定時檢測的照明光已穿過所述第一標記和所述第二標記。

從參考附圖對示例性實施例的以下描述，本公開的進一步特徵將變得清楚。

【圖式簡單說明】

[圖1A至1D]是各自圖示根據第一示例性實施例的曝光裝置的配置的示意圖。

[圖2]是圖示在測量處理期間的曝光裝置的示意圖。

[圖3]是像場彎曲的縱向像差圖。

[圖4A]是圖示在基準焦點位置處的曝光裝置的狀態的解釋圖，並且[圖4B]是圖示照明光的光量分佈的示圖。

[圖5A]是圖示在偏離基準焦點位置的位置處的曝光裝置的狀態的解釋圖，並且[圖5B圖]示了照明光的光量分佈。

[圖6]是圖示光量分佈與基板台架上的焦點位置之間的對應關係的示圖。

[圖7A至7C]是各自圖示計算最佳焦點位置的第一方法的示圖。

[圖8A至8C]是各自圖示計算最佳焦點位置的第二方法

的示圖。

[圖 9]是在光量分佈的包絡不具有局部最大值的情況下像場彎曲的縱向像差圖。

[圖 10]是圖示基準對準位置處的光量分佈的示圖。

[圖 11A]是圖示在偏離基準對準位置的位置處的曝光裝置的狀態的解釋圖，並且[圖 11B圖]示了照明光的光量分佈。

[圖 12A和 12B]是各自圖示像場彎曲與光量分佈之間的對應關係的示圖。

[圖 13A]圖示了對準測量系統的配置，並且[圖 13B圖]示了焦點測量系統的配置。

[圖 14A和 14B]圖示了根據第二示例性實施例的測量標記，並且[圖 14C]圖示了由檢測單元檢測的光量分佈。

[圖 15A和 15B]是各自圖示根據第三示例性實施例的曝光裝置的配置的示意圖。

【實施方式】

下面將參考附圖詳細描述本公開的示例性實施例。在附圖中，相同的構件由相同的附圖標記表示，並且省略其重複描述。

(曝光裝置的配置)

下面將描述本公開的第一示例性實施例。將描述根據本示例性實施例的曝光裝置的配置。根據本示例性實施例

的曝光裝置是在製造諸如半導體設備或平板顯示器(FPD)的設備的微影過程中使用的微影裝置。根據本示例性實施例的曝光裝置採用步進掃描法來執行藉由具有其上形成圖案的表面的遮罩將基板曝光並且將遮罩的圖案轉印到基板上的曝光處理。雖然在本示例性實施例中使用步進掃描法作為曝光方法，但是曝光方法不限於步進掃描法。曝光處理可以藉由任何其它曝光方法(諸如步進重複法)執行。

圖1A至1D各自圖示了根據本示例性實施例的曝光裝置100的配置。圖1A是圖示整個曝光裝置100的整個配置的示意圖。在本示例性實施例中，假設平行於投影光學系統的光軸的方向被設置為Z軸方向並且垂直於Z軸方向的任何平面被設置為XY平面來定義座標系。

曝光裝置100包括照明遮罩2的光學照明系統1、保持遮罩2的遮罩台架3、將遮罩2的圖案投影在基板5上的投影光學系統4、以及保持基板5的基板台架6。曝光裝置100還包括控制曝光裝置100的每個單元的控制單元7、輸入單元13、以及確定單元14。

曝光裝置100還包括用於使用光學照明系統1利用照明光照明第一測量標記的部件、以及檢測已穿過投影光學系統4以及包括被照明的第一測量標記115和第二測量標記109的標記部分的照明光的光量分佈的檢測光學系統20。檢測光學系統20包括影像形成系統21和檢測單元22。影像形成系統21包括包括透鏡23和透鏡24的系統。照明光的波長與用於將遮罩2的圖案投影在基板5上的曝光光的波長相

同。

控制單元7包括包括中央處理單元(CPU)和記憶體的电腦，並且以整合的方式控制曝光裝置100的每個單元以操作曝光裝置100。例如，在執行曝光處理的情況下，控制單元7控制在投影光學系統4的光軸方向(Z軸方向)上遮罩2和基板5的相對位置、以及在垂直於投影光學系統4的光軸的方向(彼此正交的X軸方向和Y軸方向)上遮罩2和基板5的相對位置。

用於曝光處理(亦即，將遮罩2的圖案轉印到基板5上的處理)的曝光條件(這樣的條件的示例包括曝光區域、照明模式和遮罩2的圖案)藉由使用者操作輸入到輸入單元13。確定單元14基於輸入到輸入單元13的曝光條件確定下面要描述的用於校準的測量條件(這樣的條件的示例包括測量次數和檢測單元22的儲存時間)。

檢測光學系統20在基板台架6上提供，並且被配置為使得已穿過在基板台架6的上表面上形成的第二測量標記109的照明光入射在檢測單元22上。為了便於說明，圖1A中所示的檢測光學系統20在基板台架6下方被放大。然而，在實際中，檢測光學系統20在基板台架6內部形成。檢測單元22是例如影像感測器，諸如線感測器，其中多個像素佈置在預定方向上。檢測單元22可以檢測由第一測量標記115或第二測量標記109反射的光，而不是檢測已穿過包括第一測量標記115和第二測量標記109的標記部分的光。

影像形成系統21是部署在投影光學系統4與檢測單元22之間的光學系統，並且在檢測單元22上形成第一測量標記115和第二測量標記109的影像。在本示例性實施例中，影像形成系統21是具有預定影像形成倍率、藉由將第一測量標記115和第二測量標記109乘以預定影像形成倍率來在檢測單元22上形成影像、並且引導照明光的光學系統。可以根據檢測單元22的解析度適當地設置上述倍率。檢測單元22包括多個像素並且檢測(擷取)由影像形成系統21形成的第一測量標記115和第二測量標記109的影像。如下所述，影像形成系統21是具有適當的像差(像場彎曲)量的系統。影像形成系統21可以被配置為包括三個或更多個透鏡以及其它光學元件。

來自光學照明系統1的照明光(曝光光)穿過保持在遮罩台架3上的遮罩2並且通過投影光學系統4到達保持在基板台架6上的基板5。遮罩2的圖案表面和基板5的表面(抗蝕劑層)藉由投影光學系統4以共軛位置關係部署。因此，遮罩2的圖案藉由投影光學系統4轉印到基板5上。由於在本示例性實施例中採用步進掃描法，因此在Y軸方向上同步地掃描遮罩台架3和基板台架6的同時執行曝光處理。

圖1B是圖示遮罩台架3的配置示例的平面圖。在保持在遮罩台架3上的遮罩2上，可以與要被轉印到基板5上的圖案分開地形成第一測量標記115。多個第一測量標記115在遮罩2的X軸方向和Y軸方向上以一定的間隔提供。可以在遮罩2上提供單個第一測量標記115。然而，在一個實施

例中，提供多個第一測量標記 115 以詳細測量投影光學系統 4 的特性。投影光學系統 4 的特性的示例包括焦點位置和失真。

圖 1C 圖示了第一測量標記 115 的細節。圖 1C 是圖示第一測量標記 115 的平面圖。第一測量標記 115 包括遮光區域 115a、包括具有預定線寬和間距的多個圖案的透過區域 115b、以及透過區域 115c。透過區域 115b 沿著 X 軸方向佈置並且形成線和空間圖案。雖然本示例性實施例假設第一測量標記 115 在遮罩 2 上形成的情況，但是本公開不限於這種情況。第一測量標記 115 可以在與投影光學系統 4 的物體表面對應的位置處提供。例如，第一測量標記 115 可以在遮罩台架 3 上形成。在這種情況下，即使在遮罩台架 3 上沒有放置遮罩 2 的情況下，也可以執行對投影光學系統 4 的校準。

具有不同線寬、間距、方向等的各種圖案(或圖案組)可以被用作透過區域 115b 的線和空間圖案。透過區域 115c 被提供以照明下面要描述的第二測量標記 109 的透過區域 109c。本示例性實施例圖示了透過區域 115c 被提供以照明透過區域 109c 的示例。然而，代替提供透過區域 115c，可以藉由將照明光施加到遮光區域 115a 的範圍外來利用光照射透過區域 109c。

接下來，圖 1D 圖示了第二測量標記 109 的細節。圖 1D 是圖示第二測量標記 109 的平面圖。第二測量標記 109 包括遮光區域 109a、透過區域 109b、以及透過區域 109c。雖然

本示例性實施例假設第二測量標記 109 在基板台架 6 上形成的情況，但是本公開不限於這種情況。第二測量標記 109 可以在除基板台架 6 以外的位置處形成，只要可以將第二測量標記 109 設置在與投影光學系統 4 的影像平面對應的位置處即可。透過區域 109b 被提供以使已穿過第一測量標記 115 的透過區域 115b 的照射光透過。

圖 2 是圖示在第一測量標記 115 和第二測量標記 109 被設置在測量位置處的狀態下(即，在對準和焦點調整的測量處理期間)的曝光裝置 100 的示意圖。術語“對準”是指在垂直於投影光學系統 4 的光軸的方向上遮罩 2 與基板 5 之間的相對位置對準。術語“焦點”是指照射在基板 5 上的光的焦點(投影光學系統 4 中的焦點)。用於對準的測量和基於該測量的校正在下文中被稱為“對準校準”，並且用於焦點調整的測量和基於該測量的校正在下文中被稱為“焦點校準”。

根據本示例性實施例，在對準和焦點校準操作中，在不在 Z 軸方向上進一步移動已設置在測量位置處的遮罩台架 3 和基板台架 6 的情況下執行測量處理。在測量處理期間，控制單元 7 驅動遮罩台架 3，使得遮罩台架 3 位於由確定單元 14 確定的第一測量標記 115 的測量位置處。類似地，在執行上述校準操作的情況下，控制單元 7 驅動基板台架 6，使得基板台架 6 設置在由確定單元 14 確定的第二測量標記 109 的測量位置處。

(影像形成系統21中的像差)

將參考圖3描述根據本示例性實施例的檢測光學系統20中的像差與影像形成位置之間的關係。下面將描述檢測光學系統20作為光學特性具有預定像場彎曲的示例。圖3是影像形成系統21中的像場彎曲的縱向像差圖。圖中的縱軸表示影像形成系統21的影像高度(X座標)，並且圖中的橫軸表示光軸方向上的影像形成位置(Z座標)。曲線211是指示檢測光學系統20中的像場彎曲的曲線(即，指示每個影像高度處的影像形成位置的曲線)。

曲線211的特徵在於，與在點211a附近不同，在點211b附近，即使影像高度僅發生細微的變化，光軸方向上的影像形成位置也大大地改變。例如，在影像形成系統21的光軸被部署為在點211b附近垂直於檢測單元22的光接收表面的情況下，影像形成系統21的物體表面上的圖案沒有聚焦在檢測單元22的整個光接收表面上，而是僅部分地聚焦在光接收表面上。在本示例性實施例中，點211a與檢測光學系統20的影像形成系統21的光軸的位置對應，並且點212b與第一測量標記115和第二測量標記109被測量的測量影像高度對應。

在本示例性實施例中，如上所述，例如，影像形成系統21被配置為生成圖3中所示的像場彎曲，並且檢測單元22的光接收表面的中心被部署在偏離影像形成系統21的光軸的位置處。然後利用來自光學照明系統1的照明光照明第一測量標記115，並且已穿過第一測量標記115的透過區

域 115b 的光通過投影光學系統 4 和第二測量標記 109 的透過區域 109b 被檢測單元 22 檢測，由此執行焦點測量。這個配置使得能夠藉由下面要描述的方法執行焦點校準，而不需要移動已設置在測量位置處的遮罩台架 3 和基板台架 6。

在本示例性實施例中，第一測量標記 115 被利用來自光學照明系統 1 的光照明，並且已穿過第一測量標記 115 的透過區域 115c 的光通過投影光學系統 4 和第二測量標記 109 的透過區域 109c 被檢測單元 22 檢測。因此，可以藉由下面要描述的方法與焦點校準操作同時執行對準校準操作。

(焦點校準)

接下來，將參考圖 4A 和 4B 以及圖 5A 和 5B 描述根據本示例性實施例的測量焦點的變化量的變化量測量處理。圖 4A 和圖 5A 是各自圖示在測量焦點的變化量的處理中曝光裝置 100 的狀態、以及圖示在第一測量標記 115 的影像已穿過投影光學系統 4、第二測量標記 109 和影像形成系統 21 之後投影在檢測單元 22 上的標記影像的解釋圖。圖 4A 圖示了在第一定時的狀態(由投影光學系統 4 設置的焦點位置與基準焦點位置對應的狀態)。圖 5A 圖示了在第一定時之後執行的曝光處理之後的第二定時的狀態(由投影光學系統 4 設置的焦點位置已偏離基準焦點位置的狀態)。

投影光學系統 4 針對投影遮罩 2 的圖案影像同時將圖案影像聚焦在基板 5 的表面上。因此，第一測量標記 115 的影像要被形成在基板 5 的表面要被定位並且用於投影影像的

投影光學系統4處於對焦狀態的平面上。

本文中假設在圖4A中所示的狀態下(即，在第一定時)，形成在基板5的表面要被定位的平面上的第一測量標記115的影像被稱為影像形成圖案115P。當影像形成圖案115P穿過影像形成系統21並且影像形成圖案115P的影像形成在檢測單元22上時獲得的圖案影像被稱為影像形成圖案115S。

在這種情況下，由於影像形成系統21的像場彎曲，影像形成圖案115S的影像形成在垂直於影像形成系統21的光軸並且相對於檢測單元22的光接收表面傾斜的平面上。因此，在本示例性實施例中，由影像形成系統21提供的第一測量標記115的影像形成平面(影像形成圖案115S)與檢測單元22的光接收表面僅部分地重疊。由影像形成系統21提供的第二測量標記109的影像形成平面也與檢測單元22的光接收表面部分地重疊。

圖4B是圖示在第一定時的已穿過第一測量標記115和第二測量標記109並且由檢測單元22檢測的照明光的光量分佈(第一光量分佈)的示圖。示圖中的縱軸表示在檢測單元22的光接收表面上獲得的光量，並且示圖中的橫軸表示在X軸方向上檢測單元22的光接收表面上的位置。第一光量分佈包括與第一測量標記115的透過區域115b對應的分佈M1至M7以及與第二測量標記109的透過區域109b對應的分佈P1和P2。第一光量分佈還包括與第一測量標記115的遮光區域115a對應的分佈V1至V10以及與第二測量標記

109的遮光區域109a對應的分佈V1、V2、V9和V10。

這裡，由於根據本示例性實施例的影像形成系統21具有像場彎曲，因此在檢測光學系統20的影像平面與檢測單元22的光接收表面之間出現偏差。在光量分佈中，光量在沒有出現偏差或者偏差最小的部分中增加，並且光量在偏差大於該部分中的偏差的另一部分中根據偏差量減少。如從圖4B中所示的光量分佈看到的，分佈M4中的光量在分佈M1至M7當中最大。這指示在檢測單元22的光接收表面上與分佈M4對應的位置處獲得焦點。分佈P1和P2中的每一個中的光量大，但是沒有在其上獲得焦點。這是因為第二測量標記109的透過區域109c寬並且對於散焦狀態的光量的變化的靈敏度低。

將描述基於圖4B中所示的光量分佈確定檢測單元22的光接收表面上獲得焦點的位置(在下文中，這樣的位置也被稱為對焦位置)的方法。在這個確定方法中，僅關注與第一測量標記115的透過區域115b對應的分佈M1至M7。最初，分佈M1、M2和M3指示影像形成位置已相對於檢測單元22在-Z方向(或+Z方向)上偏離。分佈M5、M6和M7指示影像形成位置已相對於檢測單元22在+Z方向(或-Z方向)上偏離。因此，如果可以獲得檢測單元22的光接收表面上的與分佈M4對應的位置，那麼可以藉由使用以下運算式(1)確定檢測單元22的光接收表面上的對焦位置A。

$$A = P \times \text{PixelSize} \times \tan\theta / \text{Mag} \quad \cdots (1)$$

在運算式(1)中，P表示在檢測單元22的光接收表面上

呈現最大光量的位置， PixelSize 表示檢測單元22的每個像素的尺寸， θ 表示在具有像場彎曲的影像形成系統21的影像形成平面與檢測單元22的光接收表面之間形成的角度，並且 Mag 表示影像形成系統21的倍率。

獲得檢測單元22的光接收表面上的對焦位置的方法不限於藉由使用運算式(1)獲得光接收表面上的位置的方法。例如，獲得包括具有最大光量的分佈M4、以及其它分佈M1至M3和M5至M7的包絡26，使得可以基於包絡26準確地獲得光接收表面上的位置。在這樣的情況下，即使檢測單元22的光接收表面上的對焦位置位於分佈M4附近(例如，分佈M4與分佈M3之間的中間位置)，檢測單元22的光接收表面上的對焦位置也可以基於包絡26獲得。在圖4B中，與從分佈M1至M7獲得的包絡26的局部最大值27(峰位置)對應的檢測單元22的光接收表面上的這樣的位置由位置MI1表示。

圖5A圖示了基板台架6的位置已從圖4A中所示的狀態在Z方向上偏離的狀態(在第一定時之後的第二定時的狀態)。如圖5A中所示，由於在曝光處理期間在熱等的影響下投影光學系統4內部的空氣波動、投影光學系統4的構件的位置偏差等，第一測量標記115的影像可以在Z軸方向上從115P偏離到115Q。在這樣的情況下，第一測量標記115的影像還在檢測單元22附近在Z軸方向上從115S偏離到115T。

圖5B是圖示在第一定時之後的第二定時的已穿過第一

測量標記 115 和第二測量標記 109 並且被檢測單元 22 檢測的照明光的光量分佈(第二光量分佈)的示圖。示圖中的縱軸表示在檢測單元 22 的光接收表面上獲得的光量，並且示圖中的橫軸表示在 X 軸方向上檢測單元 22 的光接收表面上的位置。在第二光量分佈中，分佈 M3 中的光量在分佈 M1 至 M7 當中最大，並且與分佈 M3 對應的位置(或者該位置附近的位置)對應於檢測單元 22 的光接收表面上的對焦位置。與從分佈 M1 至 M7 獲得的包絡 30 的局部最大值 31 對應的檢測單元 22 的光接收表面上的位置由位置 MI2 表示。與第一光量分佈中的位置 MI1 一樣，第二光量分佈中的位置 MI2 可以是對焦位置。

獲得焦點的變化量的變化量測量處理可以藉由獲得位置 MI1 和 MI2 來執行。具體地，在第一定時的檢測單元 22 的光接收表面上的對焦位置與在第一定時之後(例如，在預定的經過時間之後或者在對基板 5 執行預定次數的曝光處理之後)的第二定時的檢測單元 22 的光接收表面上的對焦位置比較。作為結果，可以獲得焦點的變化量。

圖 6 是圖示投影光學系統 4 的最佳焦點位置與各自指示檢測單元 22 的光接收表面上的 X 軸方向上的位置的位置 MI1 和 MI2 之間的關係的示圖。如從圖 6 看到的，當與包絡的局部最大值對應的位置從位置 MI1 改變到位置 MI2 時，由投影光學系統 4 提供的最佳焦點位置也根據與包絡的局部最大值對應的位置的變化而從 Z1 改變到 Z2。

在像差和其它干擾的影響顯著的情況下，可以預先準

備要由投影光學系統4提供的多個最佳焦點位置以及用於測量與包絡的局部最大值對應的檢測單元22的光接收表面上的位置的多個測量點。例如，藉由近似進行的測量點的擬合的結果可以作為表格資料儲存在控制單元7中。控制單元7可以使用指示由檢測單元22檢測的光量分佈與在光軸方向(Z軸方向)上遮罩2和基板5的相對位置之間的對應關係的表格資料來獲得最佳焦點位置。因而，可以獲得在不同定時的最佳焦點位置(這樣的最佳焦點位置的示例包括Z1、Z2)，並且可以獲得最佳焦點位置的變化量(這樣的變化量的示例包括Z1-Z2)。上面已描述了根據本示例性實施例的獲得焦點的變化量的變化量測量處理。

現在將描述兩種最佳焦點位置確定方法。在這兩種方法中，基於基板台架6在Z軸方向上被驅動時檢測單元22中的第一測量標記115的光量的變化來計算最佳焦點位置。在本示例性實施例中，在第一定時確定的最佳焦點位置被設置為基準焦點位置，由此消除了在第二次以及隨後的校準中在Z軸方向上驅動已設置在測量位置處的基板台架6的需要。因此，可以防止由於校準而引起的生產率的下降。

在第一種方法中，在第一測量標記115中指定某一圖案並且基於與指定的圖案對應的分佈(例如，圖7A和7B中所示的分佈M1至M7中的任何一個)中光量的變化量確定與最佳焦點位置對應的基板台架6的位置。圖7A至7C是用於解釋確定最佳焦點位置的第一種方法的示圖。圖7A圖示了當基板台架6位於Z軸方向上的某一位置時由檢測單元22檢

測第一測量標記 115 的圖案的光量分佈。圖 7B 圖示了當基板台架 6 位於 Z 軸方向上與圖 7A 中的位置不同的另一個位置時由檢測單元 22 檢測第一測量標記 115 的圖案的光量分佈。在這種情況下，例如，當關注分佈 M4 的圖案時，分佈 M4 中的光量根據基板台架 6 在 Z 軸方向上的位置而改變。

圖 7C 是圖示當關注分佈 M4 時由檢測單元 22 檢測的光量的變化的示圖。示圖中的縱軸表示圖 7A 和 7B 中所示的分佈 M4 中的光量，並且示圖中的橫軸表示基板台架 6 的 Z 軸方向上的位置。如圖 7C 中所示，光量與基板台架 6 的 Z 軸方向上的位置對應地改變。由於檢測單元 22 檢測的光量在基板台架 6 的最佳焦點位置處最大，因此可以藉由獲得光量變為圖 7C 中所示的局部最大值 Z0 的基板台架 6 的位置來確定基準焦點位置。

如果關注除分佈 M4 以外的分佈，那麼可以藉由考慮影像平面的移位元量(其中在與分佈 M4 對應的影像高度處的影像平面的移位元量被預先識別)來確定基準焦點位置。

在第二種方法中，獲得在影像形成系統 21 的像場彎曲微小的影像高度處(例如，在圖 3 的縱向像差圖中的點 211a 附近)的已穿過第一測量標記 115 的照明光的光量分佈，並且基於照明光的光量的變化量確定最佳焦點位置。微小的像場彎曲指示像差(散焦量)小於或等於焦點計算準確度(例如， 3σ)的 1/4 並且處於測量不被影響的水準。

圖 8A 至 8C 是用於解釋確定最佳焦點位置的第二種方法的示圖。圖 8A 圖示了當基板台架 6 位於 Z 軸方向上的某一位置時作為檢測單元 22 檢測第一測量標記 115 的圖案影像的結果而獲得的光量分佈(照明光的光量分佈)。圖 8B 圖示了當基板台架 6 位於 Z 軸方向上與圖 8A 中的位置不同的另一個位置時作為檢測單元 22 檢測第一測量標記 115 的圖案影像的結果而獲得的光量分佈。在圖 8A 和 8B 中，在像場彎曲變得微小的位置處由檢測單元 22 測量光量，因此分佈 M1 至 M7 中的光量的變化小於圖 7A 和 7B 中的變化。

在這種情況下，當關注分佈 M1 至 M7 的圖案時，由檢測單元 22 檢測的光量根據基板台架 6 在 Z 軸方向上的位置而改變。圖 8C 是圖示當關注分佈 M1 至 M7 時由檢測單元 22 檢測的光量的變化的示圖。示圖中的縱軸表示圖 8A 和 8B 中所示的分佈 M1 至 M7 中的光量的平均值，並且示圖中的橫軸表示基板台架 6 上的 Z 軸方向上的位置。如圖 8C 中所示，光量根據基板台架 6 上的 Z 軸方向上的位置而改變。由於檢測單元 22 檢測的光量在基板台架 6 的最佳焦點位置處變為最大，因此可以藉由獲得光量指示圖 8C 中所示的局部最大值 Z0 的基板台架 6 的位置來確定基準焦點位置。

在藉由使用上述方法計算基準焦點位置之後，檢測單元 22 在像場彎曲足夠大的影像高度處(例如，在圖 3 中所示的點 211b 附近)在 X 軸方向上移動，並且獲得與第一測量標記 115 對應的光量分佈。由此，可以執行焦點校準。

取決於像場彎曲的形狀，在基板台架 6 從像場彎曲微

小的影像高度到像場彎曲足夠大的影像高度在X方向上移動的情況下，包絡可能不具有極值。圖9是圖示在由檢測單元22檢測的光量分佈的包絡不具有極值的情況下的像場彎曲的縱向像差圖。圖9的示圖中的縱軸表示影像形成系統的影像高度(X座標)，並且示圖中的橫軸表示光軸方向上的影像形成位置(Z座標)。曲線231是指示檢測光學系統20中的像場彎曲的曲線(即，指示每個影像高度處的影像形成位置的曲線)。

在曲線231中，檢測單元22的光接收表面和影像形成位置大大地偏離點231a附近的位置。因而，分佈M1可以指示其中光量最大並且包絡可能不具有局部最大值的圖案。在這種情況下，基板台架6在Z軸方向上移動使得包絡具有局部最大值，並且在存在與基板台架6從最佳焦點的移動量對應的差異的前提下管理焦點值，由此獲得最佳焦點位置的變化量。

如上所述，適當的焦點位置被設置為基準焦點位置，由此消除了在第二次和隨後的焦點校準中在Z軸方向上驅動已設置在測量位置處的基板台架6的需要。因此，可以防止由於校準而引起的生產率的下降。

(對準校準)

接下來，將參考圖10以及圖11A和11B描述根據本示例性實施例的獲得對準的變化量的變化量測量處理。圖10和11A是各自圖示在圖4A中所示的曝光裝置100的狀態下

已穿過第一測量標記 115 和第二測量標記 109 並且由檢測單元 22 檢測的照明光的光量分佈的示圖。示圖中的縱軸表示由檢測單元 22 獲得的光量，並且示圖中的橫軸表示檢測單元 22 的光接收表面上的 X 軸方向上的位置。圖 10 中所示的光量分佈包括與第一測量標記 115 的透過區域 115b 對應的分佈 M1 至 M7、以及與第二測量標記 109 的透過區域 109b 對應的分佈 P1 和 P2。光量分佈還包括與第一測量標記 115 的遮光區域 115a 對應的分佈 V1 至 V10 以及與第二測量標記 109 的遮光區域 109a 對應的分佈 V1、V2、V9 和 V10。

將描述基於圖 10 中所示的照明光的光量分佈確定 XY 平面上遮罩 2 與基板台架 6 之間的適當的相對位置(基準對準位置)的方法。首先，計算(例如，藉由重心計算)與第一測量標記 115 對應的分佈 M1 至 M7 的各個圖案中的檢測單元 22 的光接收表面上的位置。藉由對各個圖案的位置求平均而獲得的位置 92 由 MA1 表示。計算與分佈 P1 和 P2 的各個圖案對應的檢測單元 22 的光接收表面上的位置(藉由使用例如重心計算來計算這樣的位置)。藉由對各個圖案的位置求平均而獲得的位置 93 由 PA1 表示。MA1 與 PA1 之間的差異表示第一測量標記 115 和第二測量標記 109 的相對位置，即，遮罩 2 和基板台架 6 的相對位置。

圖 11A 圖示了對準位置(在平行於 XY 平面的方向上遮罩 2 和基板台架 6 的相對位置)已偏離圖 4A 中所示的狀態的狀態。在曝光處理期間生成的熱等的影響下，投影光學系統 4 內部的空氣波動和投影光學系統 4 的構件的位置偏差可

能發生。因而，如圖4A和11A中所示，第一測量標記115的影像可以在X軸方向上從影像形成圖案115P偏離到影像形成圖案115O。在這種情況下，圖10中所示的光量分佈改變為圖11B中所示的光量分佈。

在圖11B中，藉由對分佈M1至M7的位置求平均而獲得的位置95由MA2表示，並且藉由對分佈P1和P2的位置求平均而獲得的位置96由PA2表示，如圖10中那樣。在這種情況下，位置MA2從位置MA1改變。位置PA1和PA2與已穿過投影光學系統4的第二測量標記109對應，因此位置PA1和PA2不受投影光學系統4內部的空氣波動和投影光學系統4的構件的位置偏差影響。由於這個原因，第二測量標記109的透過區域109b的位置不由於空氣波動和構件的位置偏差而改變，並且與透過區域109b對應的分佈位置PA2不從分佈位置PA1改變。當MA1與PA1之間的差異AA1被設置為用於對準的基準並且MA2與PA2之間的差異由AA2表示時，差異AA1和差異AA2的變化量根據本示例性實施例被計算為對準的變化量。

如上所述，在本示例性實施例中，可以計算對準的變化量。在本示例性實施例中，在焦點校準中使用的來自檢測單元22的檢測結果也可以在對準校準中使用。

(校準操作的具體方法)

上面已詳細描述了計算焦點的變化量和對準的變化量的方法。同時，存在不將圖4B、5B、10和11B中所示的示

圖中的變化的原因分離到投影光學系統4的焦點和對準的影響中的任一個、則無法準確地計算焦點的變化量和對準的變化量的可能性。下面將描述分開獲得焦點的變化量和對準的變化量的具體處理方法。

在本示例性實施例中，在形成XY平面上的第一測量標記115的影像的影像平面的位置由於投影光學系統4內部的空氣波動和投影光學系統4的構件的位置偏差的影響而改變的情況下，影像形成系統21中的測量影像高度也改變。根據本示例性實施例的影像形成系統21具有像場彎曲，因此影像形成系統21的焦點位置也根據影像高度的變化而改變。因此，獲得指示好像焦點也改變、但是僅XY平面上的第一測量標記115的影像形成位置已實際改變的光量分佈。

因此，為了分離當投影光學系統4的狀態由於熱等而改變時受影響的變化量(即，為了僅計算焦點的變化量)，關於與檢測單元22的光接收表面上的位置對應的焦點的變化量的資訊被預先保持在控制單元7中。除此之外，在指示與檢測單元22的光接收表面上的位置對應的特徵焦點變化的資訊中減去與檢測單元22的光接收表面上的位置對應的焦點的變化量，由此使得能夠準確地測量投影光學系統4中的焦點的變化量。

如果形成XY平面上的第一測量標記115的影像的影像平面的位置由於投影光學系統4內部的空氣波動和投影光學系統4的構件的位置偏差的影響而改變，那麼檢測單元

22的光接收表面上檢測的光量分佈的包絡的局部最大值也改變。換句話說，獲得指示好像包絡的局部最大值的位置改變並且焦點也改變、但是僅對準位置已實際改變的光量分佈。

因此，為了分離當投影光學系統4的狀態由於熱等而改變時受影響的變化量(或者為了僅計算對準的變化量)，計算變化量 $MI1-\Delta A$ 和變化量 $MI2-\Delta B$ ，其中 $MA1$ 與 $PA1$ 之間的差異由 ΔA 表示，並且 $MA2$ 與 $PA2$ 之間的差異由 ΔB 表示。藉由使用 $MA1-PA1$ 與 $MA2-PA2$ 之間的差異計算對準位置的變化量，並且藉由使用 $MI1-\Delta A$ 與 $MI2-\Delta B$ 之間的差異計算焦點位置的變化量。因此，可以準確地分離焦點的位置偏差和對準的位置偏差。

接下來，將參考圖12A和12B描述根據本示例性實施例的像場彎曲量。

在檢測單元22可以檢測光量分佈的範圍中的像場彎曲量大的情況下，光量分佈相對於影像高度的變化是急劇的(光量迅速改變)。當焦點已改變時的光量分佈的包絡中的偏差量增加。另一方面，當像場彎曲量小時，獲得與上述特徵相反的特徵。

圖12A圖示了當像場彎曲量大時的照明光的光量分佈。由虛線指示的光量分佈191和由實線指示的光量分佈193各自指示不同焦點位置處的光量分佈。由虛線指示的光量分佈191中的包絡192的重心位置由 $MI191$ 表示，並且由實線指示的光量分佈193中的包絡194的重心位置由

MI193表示。

圖 12B 圖示了當像場彎曲量小於圖 12A 中的像場彎曲量時的照明光的光量分佈。由虛線指示的光量分佈 195 和由實線指示的光量分佈 197 各自指示不同焦點位置處的光量分佈。由虛線指示的光量分佈 195 中的包絡 196 的重心位置由 MI195 表示，並且由實線指示的光量分佈 197 中的包絡 198 的重心位置由 MI197 表示。

在圖 12A 和 12B 中所示的光量分佈中，僅檢測光學系統 20 的影像形成系統 21 中的像場彎曲量不同，並且由實線和虛線指示的兩個光量分佈中指示的焦點的變化量和其它條件相同。在比較圖 12A 和 12B 的情況下，由實線和虛線指示的兩個包絡的重心位置的變化量不同。具體地，在將圖 12A 中所示的兩個重心位置 MI191 與 MI193 之間的差異與圖 12B 中所示的兩個重心位置 MI195 與 MI197 之間的差異進行比較的情況下，其中像場彎曲大的圖 12A 中所示的 MI191 與 MI193 之間的差異小於圖 12B 中所示的 MI195 與 MI197 之間的差異。因此，在像場彎曲大的情況下，在檢測單元 22 中具有包絡的極值的焦點的變化量減小，因此測量範圍可以增大與減小的焦點的變化量對應的量。另一方面，對焦點的變化量的靈敏度降低，這導致測量準確度的降低。

上述測量範圍和測量準確度可以根據所要求的測量系統的準確度調整。影像形成系統 21 的光學條件(例如，設計波長、數值孔徑和倍率)、第一測量標記 115 的線和空間

圖案的線寬和間距、檢測單元22的規格(例如，信噪比(S/N)和像素尺寸)等具有權衡關係。

作為像場彎曲量的準則，當最佳焦點處的圖案強度(例如，圖4B中所示的分佈M4)為一時，可以設置圖案強度(例如，與圖4B的末端對應的分佈M1和M7)在周邊區域中相同線寬處變為0.2或更大的像場彎曲量。這是因為在0.2或更大的圖案強度處可以獲得足夠可測量的對比度。

接下來，將描述具體的曝光方法。如上所述，可以基於由檢測單元22檢測的光量分佈來執行焦點和對準校準操作。如果預先識別遮罩2與基板台架6之間的相對位置關係，那麼可以在第二定時之後的第三定時藉由使用如下所述的對準測量系統和焦點測量系統來控制遮罩2和基板台架6的相對位置。具體地，控制單元7可以在適當地管理遮罩2與基板5之間的相對位置關係的同時利用遮罩2的圖案使基板5曝光。

圖13A圖示了對準測量系統，並且圖13B圖示了焦點測量系統。圖13A中所示的對準測量系統50(也稱為離軸對準鏡)包括光源51(諸如發光二極體(LED))，透鏡52、53、54和55，半反射鏡56，以及影像擷取單元57。從光源51照射的光穿過透鏡52和透鏡53，並且被半反射鏡56反射。反射光穿過透鏡54並且垂直入射在基板5上。入射在基板5上的光被基板5的投射區域上的對準標記等反射和散射，並且反射和散射的光穿過透鏡54、半反鏡56和透鏡55，使得在影像擷取單元57上形成對準標記的影像並且擷取對準標

記影像。對準測量系統50測量平行於XY平面的X軸方向和Y軸方向上的基板5的位置。

圖13B中所示的焦點測量系統60(也稱為表面位置測量系統)包括光源61(諸如LED)，透鏡62、63和64，以及影像擷取單元65。從光源61照射的光穿過透鏡62，並且斜入射在基板5上。入射光在基板5上被反射，穿過透鏡63和透鏡64，並且影像被影像擷取單元65擷取。焦點測量系統60執行形成在基板台架6上的第二測量標記109和基板台架6的Z軸方向上的位置測量(Z軸方向上的表面高度的測量)。可以基於X軸方向、Y軸方向和Z軸方向上的測量結果以及關於上述焦點和對準校準的資訊識別遮罩2與基板5之間的位置關係。

執行上述校準的頻率可以根據投影光學系統4的穩定性和對曝光裝置100所要求的準確度適當地設置。由於可以在不驅動基板台架6的情況下執行根據本示例性實施例的校準，因此即使在頻繁地執行校準時對生產率的不利影響也小。因此，可以藉由增加執行校準的頻率來準確地校準遮罩2和基板5的相對位置。

因此，在根據本示例性實施例的變化量測量處理中，不需要在Z軸方向上驅動基板台架6以獲得焦點的變化量。因此，根據本示例性實施例，在校準中，可以減少用於在Z軸方向上移動基板台架6的操作(焦點校準操作)所需的時間，由此防止曝光裝置100的生產率的降低。

雖然本示例性實施例圖示了在第三定時基板台架6被

驅動以供控制單元 7 控制遮罩 2 和基板 5 的相對位置的示例，但是本公開不限於這個示例。例如，可以驅動遮罩台架 3，或者可以驅動遮罩台架 3 和基板台架 6 兩者。在本示例性實施例中，第一測量標記 115 和第二測量標記 109 的多個圖案(透過區域)在 X 方向上並排佈置，但是代替地，可以使用其中與上述圖案類似的多個圖案也在 Y 方向上並排佈置的第一測量標記 115 和第二測量標記 109。在這樣的情況下，準備並且提供多個檢測單元 22 作為檢測在 X 方向上佈置的多個圖案的影像的第一檢測單元和作為檢測在 Y 方向上佈置的多個圖案的影像的第二檢測單元。

下面將描述本公開的第二示例性實施例。上述第一示例性實施例說明了已穿過其中圖案佈置在一個方向(X軸方向)上的第一測量標記 115 和第二測量標記 109 的照明光的光量分佈被測量以執行校準的示例。本示例性實施例說明了已穿過其中圖案佈置在多個方向(X軸方向和 Y 軸方向)上的第一測量標記 115 和第二測量標記 109 的照明光的光量分佈被測量以執行校準的示例。曝光裝置 100 的基本配置與第一示例性實施例的基本配置類似，因此省略其描述。在第二示例性實施例中未描述的事項與在第一示例性實施例中描述的事項類似。

圖 14A 圖示了根據本示例性實施例的第一測量標記 115。根據本示例性實施例的第一測量標記 115 包括遮光區域 115d，透過區域 115e 和 115f(它們各自是具有預定線寬和間距的多個圖案)，以及透過區域 115g、115h 和 115i。透

過區域 115e 沿著 X 軸方向佈置並且形成線和空間圖案。透過區域 115f 沿著 Y 軸方向佈置並且形成線和空間圖案。雖然假設第一測量標記 115 在遮罩 2 上形成來描述本示例性實施例，但是本公開不限於這個示例。第一測量標記 115 可以在與投影光學系統 4 的物體表面對應的位置處提供。例如，第一測量標記 115 可以在遮罩台架 3 上提供。在這樣的情況下，即使在遮罩台架 3 上沒有放置遮罩 2 的情況下，也可以執行對投影光學系統 4 的校準。

與第一示例性實施例中一樣，具有不同線寬、間距、方向等的各種圖案(或圖案組)可以被用作透過區域 115e 和 115f 的線和空間圖案。透過區域 115g、115h 和 115i 被提供以照明下面要描述的第二測量標記 109 的透過區域 109e、109f 和 109g。

圖 14B 圖示了根據本示例性實施例的第二測量標記 109。根據本示例性實施例的第二測量標記 109 包括遮光區域 109d，透過區域 109e、109f 和 109g，以及透過區域 109h 和 109i。透過區域 109e 和 109f 被形成為 X 軸方向上的圖案，並且透過區域 109f 和 109g 被形成為 Y 軸方向上的圖案。

雖然本示例性實施例說明了第二測量標記 109 在基板台架 6 上提供的示例，但是本公開不限於這個示例。第二測量標記 109 被設置在與投影光學系統 4 的影像平面對應並且第一測量標記 115 的圖案被投影的位置處。例如，第二測量標記 109 可以在與基板台架 6 不同的單元或元件中提

供。

透過區域 109h 和 109i 被提供以使形成在第一測量標記 115 的透過區域 115e 和 115f 上的圖案影像透過。

圖 14C 圖示了由檢測單元 22 檢測的光量分佈。區域 322 表示照明光到達檢測單元 22 的光接收表面的狀態。區域 322a 至 322e 表示圖案影像。

交線 322h 表示檢測單元 22 的光接收表面與影像形成平面匹配的線。影像形成系統 21 在 X 軸方向和 Y 軸方向中的每一個上具有像場彎曲。因此，在 X 軸方向和 Y 軸方向中的每一個上，檢測單元 22 的光接收表面對於影像形成平面不是完全匹配，並且與影像形成平面僅部分地重疊。因此，形成交線 322h。

光量分佈 323 是在檢測單元 22 的 X 軸方向上延伸的區域 322f 中檢測單元 22 的光接收表面上接收的光量的分佈。如圖 14C 中所示，區域 322a 中的光量與光量分佈 323 中的分佈 323a 對應，區域 322b 中的光量與光量分佈 323 中的分佈 323b 對應，並且區域 322d 中的光量與光量分佈 323 中的分佈 323d 對應。

光量分佈 324 是在檢測單元 22 的 Y 軸方向上延伸的區域 322g 中檢測單元 22 的光接收表面上接收的照明光的量的分佈。如圖 14C 中所示，區域 322a 中的光量與光量分佈 324 中的分佈 324a 對應，區域 322c 中的光量與光量分佈 324 中的分佈 324c 對應，並且區域 322e 中的光量與光量分佈 323 中的分佈 324e 對應。

在本示例性實施例中，可以在X軸方向和Y軸方向中的每一個上獲得已穿過第一測量標記115和第二測量標記109的照明光的光量分佈，並且可以基於X軸方向和Y軸方向中的每一個上的光量分佈執行X軸方向和Y軸方向中的每一個上的對準校準。也可以以與第一示例性實施例類似的方式執行焦點校準。

在本示例性實施例中，可以使用二維檢測單元22(諸如區域感測器)，並且可以藉由單個檢測單元22測量X軸方向和Y軸方向上的位置。因此，與在X軸方向和Y軸方向中的每一個上準備檢測單元22的情況不同，可以實現空間節省和成本節省。

在根據本示例性實施例的變化量測量處理中，也不需要Z軸方向上驅動基板台架6以獲得焦點的變化量。因此，根據本示例性實施例，在校準中，可以減少用於在Z軸方向上移動基板台架6的操作(焦點校準操作)的時間，由此防止曝光裝置100的生產率的降低。

下面將描述本公開的第三示例性實施例。上述第一示例性實施例說明了第一測量標記115形成在遮罩2上、第二測量標記109形成在基板台架6上並且檢測單元22部署在基板台架6上的示例。本示例性實施例說明了第一測量標記115部署在除遮罩2以外的位置處的示例、第二測量標記109部署在除基板台架6以外的位置處的示例、以及檢測單元22部署在除基板台架6以外的位置處的示例。

第三示例性實施例與第一示例性實施例的類似之處在

於第一測量標記115部署在投影光學系統4的物體表面上並且第二測量標記109部署在投影光學系統4的影像平面上。曝光裝置100的基本配置與第一示例性實施例的基本配置類似，因此省略其描述。在本示例性實施例中未描述的事項與第一示例性實施例的事項類似。

雖然上述第一示例性實施例說明了獲得最佳焦點位置的兩種方法，但是本示例性實施例說明了即使在Z軸方向上驅動基板台架6時在由檢測單元22獲得的光量分佈中也沒有觀察到變化的示例。因而，難以藉由在第一示例性實施例中描述的方法確定最佳焦點位置。為了根據本示例性實施例確定最佳焦點位置，當放置檢測單元22時要基於由檢測單元22在光軸方向上被驅動而改變的光量分佈來確定最佳焦點位置。因此，檢測單元22要包括用於在光軸方向上驅動檢測單元22的機構。替代地，可以組合使用如第一示例性實施例中那樣放置在基板台架6下方的檢測光學系統20以確定最佳焦點位置。

將參考圖15A和15B描述根據本示例性實施例的曝光裝置100。圖15A圖示了檢測光學系統20被固定並且部署在投影光學系統4的側部(在鏡筒的側表面)的狀態。與圖1A中所示的配置一樣，在檢測光學系統20中，不僅部署包括包括檢測單元22、透鏡23和透鏡24的系統的影像形成系統21，而且還部署用於將照明光引導到影像形成系統21的反射鏡32和33。第二測量標記109沒有形成在基板台架6上，而是部署在光學系統20中的反射鏡32和反射鏡33之間與投

影光學系統4的影像平面對應的位置處。

如上面在第一示例性實施例中所描述的，檢測單元22可以在不驅動基板台架6的情況下測量焦點的變化量和對準的變化量。在本示例性實施例中，包括檢測單元22的檢測光學系統20可以在投影光學系統4固定的狀態下測量焦點的變化量和對準的變化量，而不需要在光軸方向上移動投影光學系統4。藉由利用這個特徵，具有稍微位於在曝光處理期間要照射在基板5上的照明光(曝光光)的外側的光路的照明光被引導到檢測光學系統20的檢測單元22，由此使得能夠在執行曝光處理的同時不斷地測量投影光學系統4的焦點的變化量和對準的變化量。因此，可以在沒有測量的等待時間的情況下執行校準操作，由此減少生產率的降低。

圖15B圖示了第一測量標記115沒有部署在遮罩2或遮罩台架3上、而是部署在投影光學系統4上方的光學系統40中的狀態。光學系統40包括諸如光源41、透鏡42、以及反射鏡43的元件以照明第一測量標記115，並且供給與用於曝光處理的照明光不同的照明光。

本示例性實施例的益處在於，例如，可以對每個部分分開地執行校準。例如，與第一示例性實施例相對比，在具有圖15B中所示的配置的曝光裝置100中，可以僅識別投影光學系統4的影像形成性能、變形等。而且，與第一示例性實施例相對比，在具有圖15A中所示的配置的曝光裝置100中，可以藉由評估測量值之間的差異來識別基板台

架 6 的驅動性能、變形等。因此，與第一示例性實施例中相比較，本示例性實施例的益處在於可以分開地識別每個部分中的性能。

而且，在根據本示例性實施例的變化量測量處理中，不需要用於在 Z 軸方向上驅動基板台架 6 的操作以獲得焦點的變化量。包括檢測單元 22 的光學系統 20 也不在光軸方向上移動。因此，根據本示例性實施例，在校準中，可以減少用於在 Z 軸方向上移動基板台架 6 的操作(焦點校準操作)等的時間，由此防止曝光裝置 100 的生產率的降低。

<物品製造方法的示例性實施例>

根據本公開的示例性實施例的物品製造方法適合用於製造例如 FPD。根據本示例性實施例的物品製造方法包括用於在基板 5 上塗覆的感光劑上使用上述曝光裝置 100 形成潛像圖案的過程(基板曝光過程)、以及用於使形成有潛像圖案的基板 5 顯影的過程。物品製造方法還包括其它已知的過程(諸如氧化、膜形成、沉積、摻雜、平坦化、蝕刻、抗蝕劑去除、切割、接合和封裝)。與相關技術方法相比較，根據本示例性實施例的物品製造方法在物品的物品性能、品質、生產率和生產成本中的至少一個上是有益的。

以上已描述了本公開的示例性實施例。然而，本公開不限於上述示例性實施例並且可以在不脫離本公開的要旨的情況下以各種方式修改或改變。

根據本公開的一方面，能夠提供一種曝光裝置，其益處在於減少了由於校準操作引起的生產率的降低。

雖然已參考示例性實施例描述了本公開，但是要理解的是，本公開不限於所公開的示例性實施例。以下請求項的範圍要被賦予最廣泛的解釋以便涵蓋所有這樣的修改以及等同的結構和功能。

【符號說明】

1:光學照明系統

2:遮罩

3:遮罩台架

4:投影光學系統

5:基板

6:基板台架

7:控制單元

13:輸入單元

14:確定單元

20:檢測光學系統

21:影像形成系統

22:檢測單元

23:透鏡

24:透鏡

26:包絡

27:局部最大值

32:反射鏡
33:反射鏡
40:光學系統
41:光源
42:透鏡
43:反射鏡
50:對準測量系統
51:光源
52:透鏡
53:透鏡
54:透鏡
55:透鏡
56:半反射鏡
57:影像擷取單元
60:焦點測量系統
61:光源
62:透鏡
63:透鏡
64:透鏡
65:影像擷取單元
92~96:位置
100:曝光裝置
109:第二測量標記
109a:遮光區域

109b:透過區域
 109c:透過區域
 109d:遮光區域
 109e~109i:透過區域
 115:第一測量標記
 115a:遮光區域
 115b:透過區域
 115c:透過區域
 115d:遮光區域
 115e~115i:透過區域
 115O:影像形成圖案
 115P:影像形成圖案
 191:光量分佈
 192:包絡
 193:光量分佈
 194:包絡
 195:光量分佈
 196:包絡
 197:光量分佈
 198:包絡
 211:曲線
 211a:點
 211b:點
 212b:點

231:曲 線

231a:點

322:區 域

322a~322g:圖 案 影 像 (區 域)

322h:交 線

323:光 量 分 佈

323a~323d:分 佈

324:光 量 分 佈

324a~324e:分 佈

MI1~MI2:位 置

MI191:重 心 位 置

MI193:重 心 位 置

MI195:重 心 位 置

MI197:重 心 位 置

M1~M7:分 佈

P1~P2:分 佈

V1~V10:分 佈

Z0:局 部 最 大 值

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種曝光裝置，包括：

投影系統，所述投影系統被配置為將遮罩的圖案投影在基板上；

檢測系統，所述檢測系統包括檢測單元，所述檢測單元被配置為檢測已穿過第一標記、所述投影系統、以及第二標記的照明光的光量分佈，所述第一標記被部署在所述投影系統的物體表面上，所述第二標記被部署在所述投影系統的影像平面上；以及

控制單元，所述控制單元被配置為控制所述遮罩和所述基板的相對位置，

其中，所述檢測系統藉由所述檢測單元檢測在第一时间時的所述光量分佈作為第一光量分佈及藉由所述檢測單元檢測在第二時間時的所述光量分佈作為第二光量分佈，所述第一時間是在將所述圖案曝光在所述基板上的曝光處理之前，所述第二時間是在所述曝光處理之後，和

其中，所述控制單元基於所述第一光量分佈和所述第二光量分佈，來控制在所述投影系統的光軸方向上所述遮罩和所述基板的相對位置以及在垂直於所述光軸方向的方向上所述遮罩和所述基板的相對位置。

【請求項2】根據請求項1所述的曝光裝置，其中，所述控制單元基於從所述第一光量分佈至所述第二光量分佈的變化量，來控制所述遮罩和所述基板的所述相對位置。

【請求項3】根據請求項1所述的曝光裝置，其中，所

述控制單元基於所述第一光量分佈的包絡的峰位置與所述第二光量分佈的包絡的峰位置之間的差異，來控制所述遮罩和所述基板的所述相對位置。

【請求項4】根據請求項1所述的曝光裝置，其中，所述第二光量分佈是在由所述檢測單元所檢測到所述第一光量分佈、並且然後所述曝光裝置執行預定次數或者長達預定時間段的曝光處理之後，由所述檢測單元所檢測到的光量分佈。

【請求項5】根據請求項1所述的曝光裝置，其中，當由所述檢測單元檢測所述第一光量分佈時，在所述光軸方向上的所述相對位置是所述投影系統的最佳焦點位置。

【請求項6】根據請求項5所述的曝光裝置，其中，所述控制單元在使所述第二標記在所述光軸方向上移動的同時，基於由所述檢測系統所檢測到的光量分佈，來確定所述最佳焦點位置。

【請求項7】根據請求項1所述的曝光裝置，其中，所述第一標記包括至少兩個標記。

【請求項8】根據請求項1所述的曝光裝置，其中，所述物體表面是形成有所述遮罩的圖案的表面。

【請求項9】根據請求項1所述的曝光裝置，其中，所述第一標記形成在所述遮罩上。

【請求項10】根據請求項1所述的曝光裝置，另外包括保持所述遮罩的遮罩台架，

其中，所述第一標記形成在所述遮罩台架上。

【請求項 11】根據請求項 1 所述的曝光裝置，其中，所述第一標記被部署在與形成有所述遮罩的圖案的表面不同的表面上，並且利用與用於所述曝光裝置執行曝光處理的照明光不同的照明光照明所述第一標記。

【請求項 12】根據請求項 1 所述的曝光裝置，其中，所述影像平面是部署所述基板時所述基板上的表面。

【請求項 13】根據請求項 1 所述的曝光裝置，另外包括保持所述基板的基板台架，

其中，所述第二標記形成在所述基板台架上。

【請求項 14】根據請求項 1 所述的曝光裝置，其中，所述第二標記被部署在與保持所述基板的基板台架的上表面不同的表面上，並且利用與用於所述曝光裝置執行曝光處理的照明光不同的照明光照明所述第二標記。

【請求項 15】根據請求項 1 所述的曝光裝置，其中，所述控制單元儲存表格資料，並且使用所述表格資料校正所述光軸方向上所述遮罩和所述基板的相對位置，所述表格資料指示由所述檢測單元所檢測到的光量分佈與在所述光軸方向上所述遮罩和所述基板的所述相對位置之間的對應關係。

【請求項 16】根據請求項 1 所述的曝光裝置，其中，所述檢測系統被部署在保持所述基板的基板台架上。

【請求項 17】根據請求項 1 所述的曝光裝置，其中，所述檢測系統被部署在所述投影系統上。

【請求項 18】根據請求項 1 所述的曝光裝置，其中，

所述檢測系統是被部署為使得所述照明光被形成為影像的影像形成平面對於所述檢測單元的光接收表面不是完全匹配，並且與所述光接收表面部分地重疊的系統。

【請求項19】根據請求項18所述的曝光裝置，其中，所述檢測系統是具有像場彎曲的系統。

【請求項20】一種執行曝光處理以將遮罩的圖案轉印到基板上的曝光方法，所述曝光方法包括：

檢測已穿過第一標記、投影系統、和第二標記的照明光的光量分佈，所述第一標記被部署在所述投影系統的物體表面上，所述第二標記被部署在所述投影系統的影像平面上；以及

控制所述遮罩和所述基板的相對位置；

其中，所述檢測係檢測在第一定時之該檢測中的所述光量分佈作為第一光量分佈及在第二定時之該檢測中的所述光量分佈作為第二光量分佈，所述第一定時是在將所述圖案曝光在所述基板上的曝光處理之前，所述第二定時是在所述曝光處理之後，和

其中，在所述控制中，基於所述第一光量分佈和所述第二光量分佈，控制在所述投影系統的光軸方向上所述遮罩和所述基板的所述相對位置以及在垂直於所述光軸方向的方向上所述遮罩和所述基板的所述相對位置。

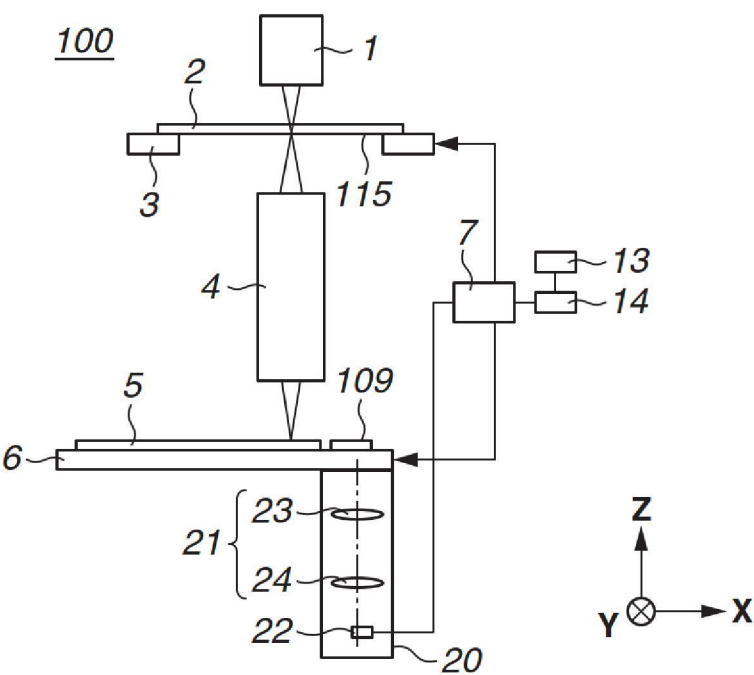
【請求項21】一種物品製造方法，包括：

使用根據請求項1至19中的任一項所述的曝光裝置對基板進行曝光；

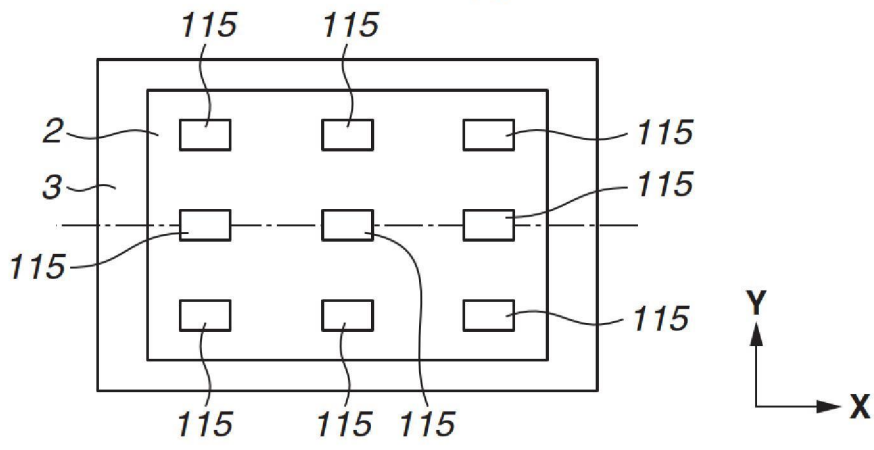
使經曝光的基板顯影；以及
使用經顯影的基板製造物品。

【發明圖式】

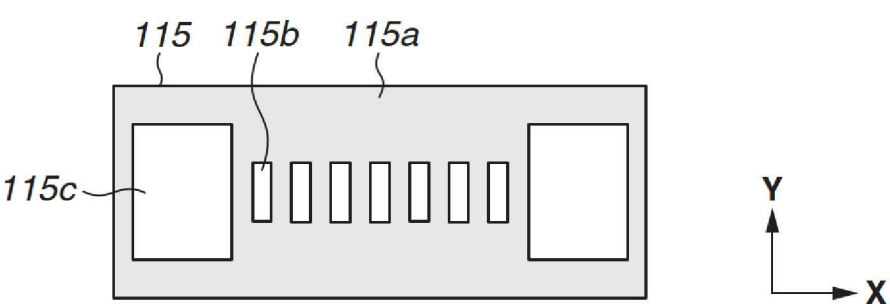
【圖 1A】



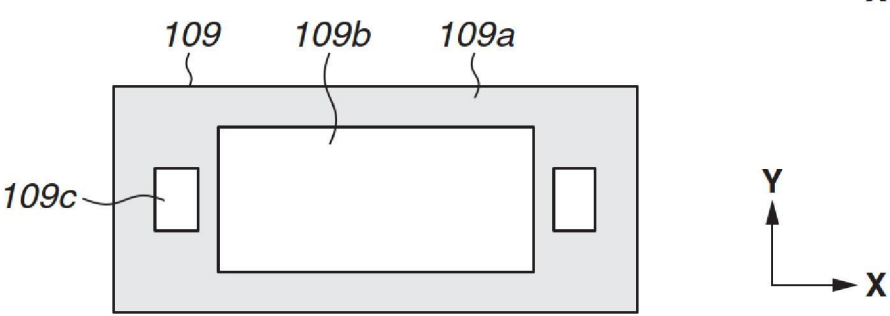
【圖 1B】

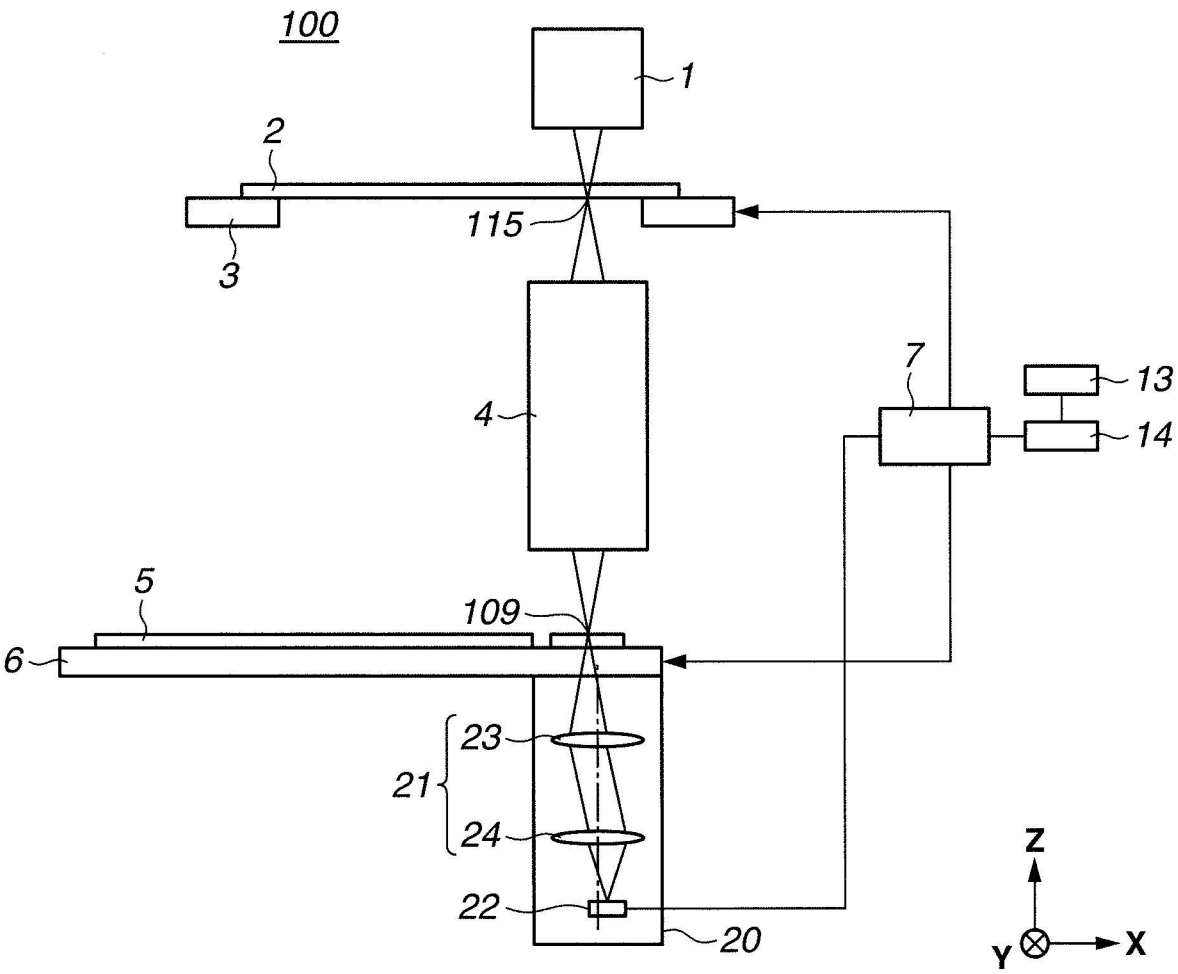


【圖 1C】

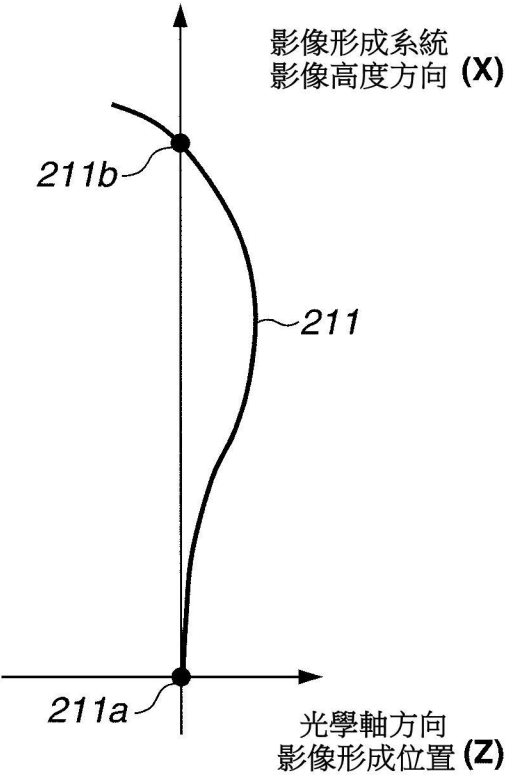


【圖 1D】

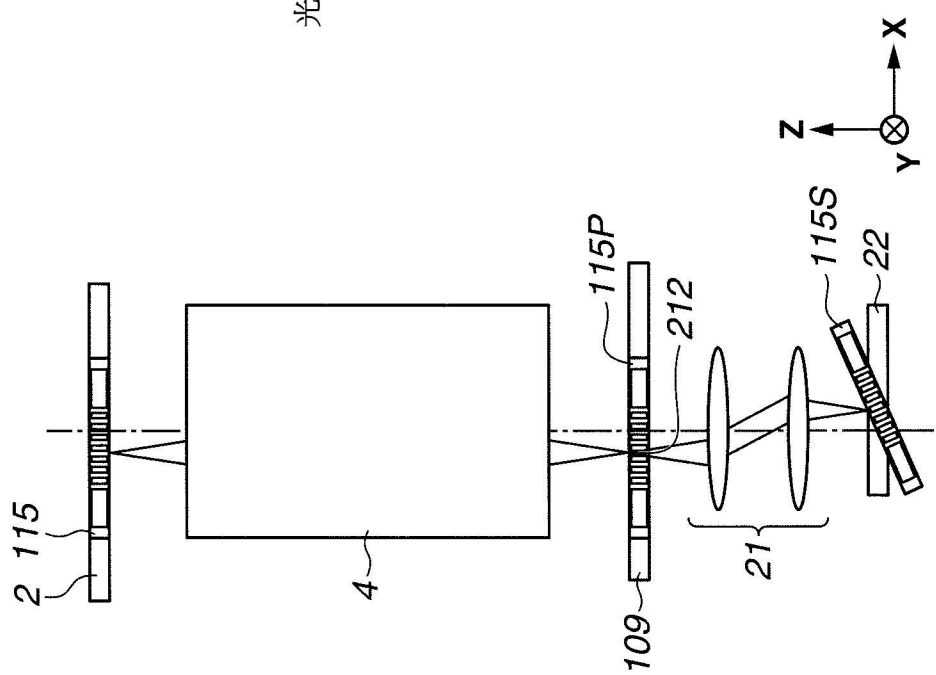




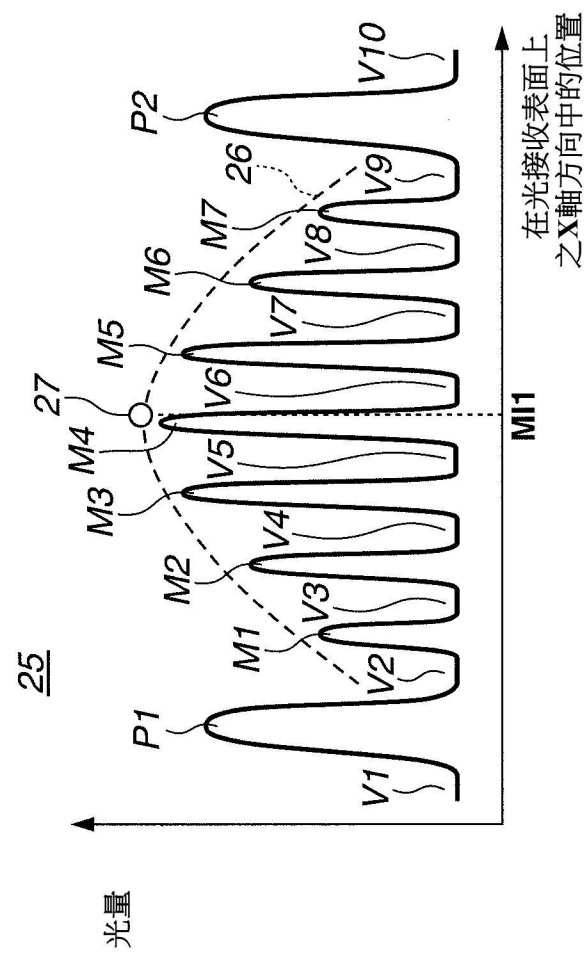
【圖 2】



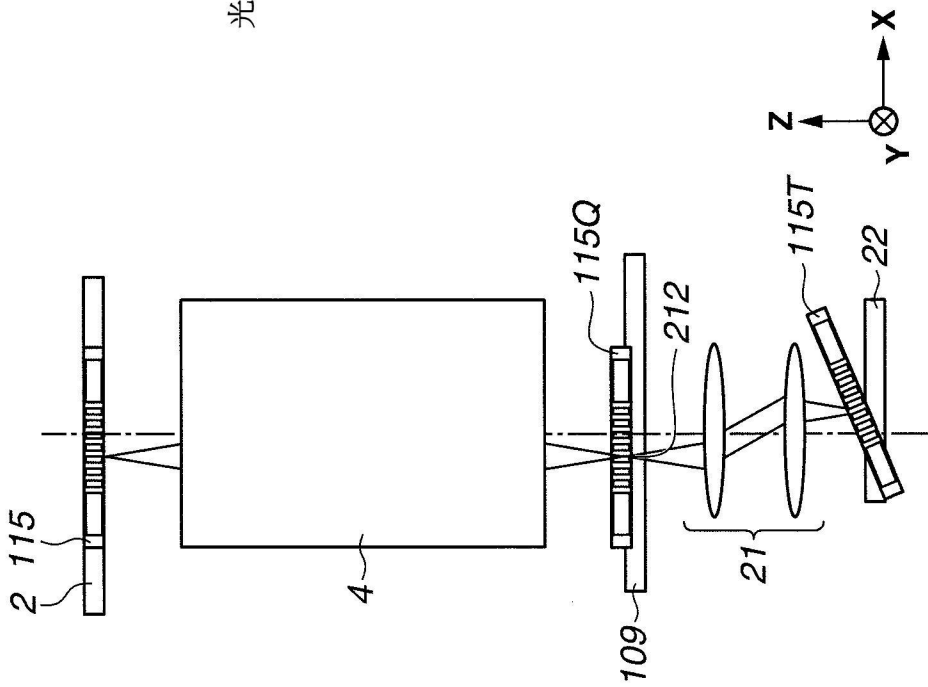
【圖 3】



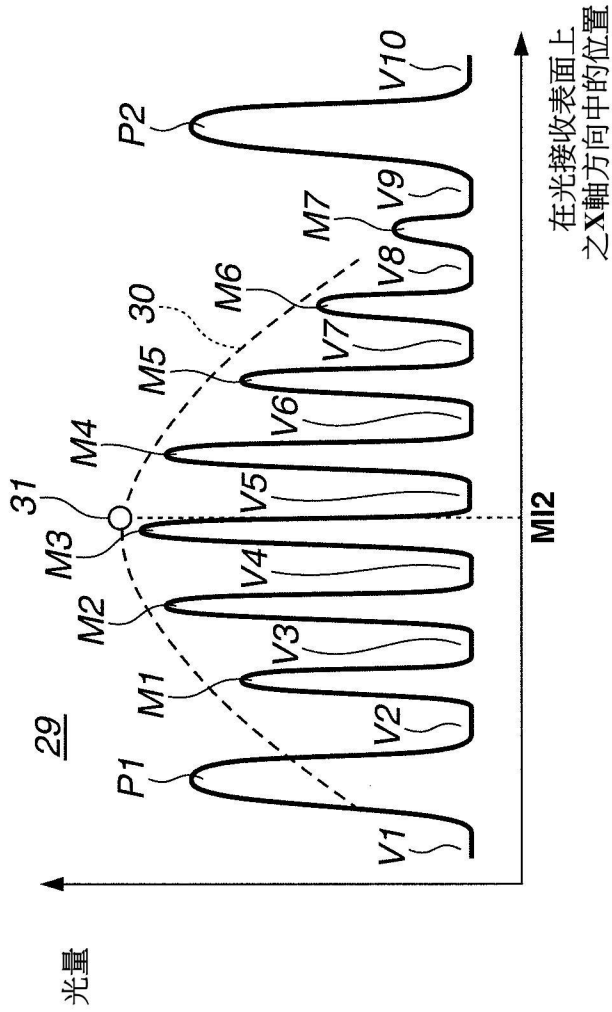
【圖 4A】



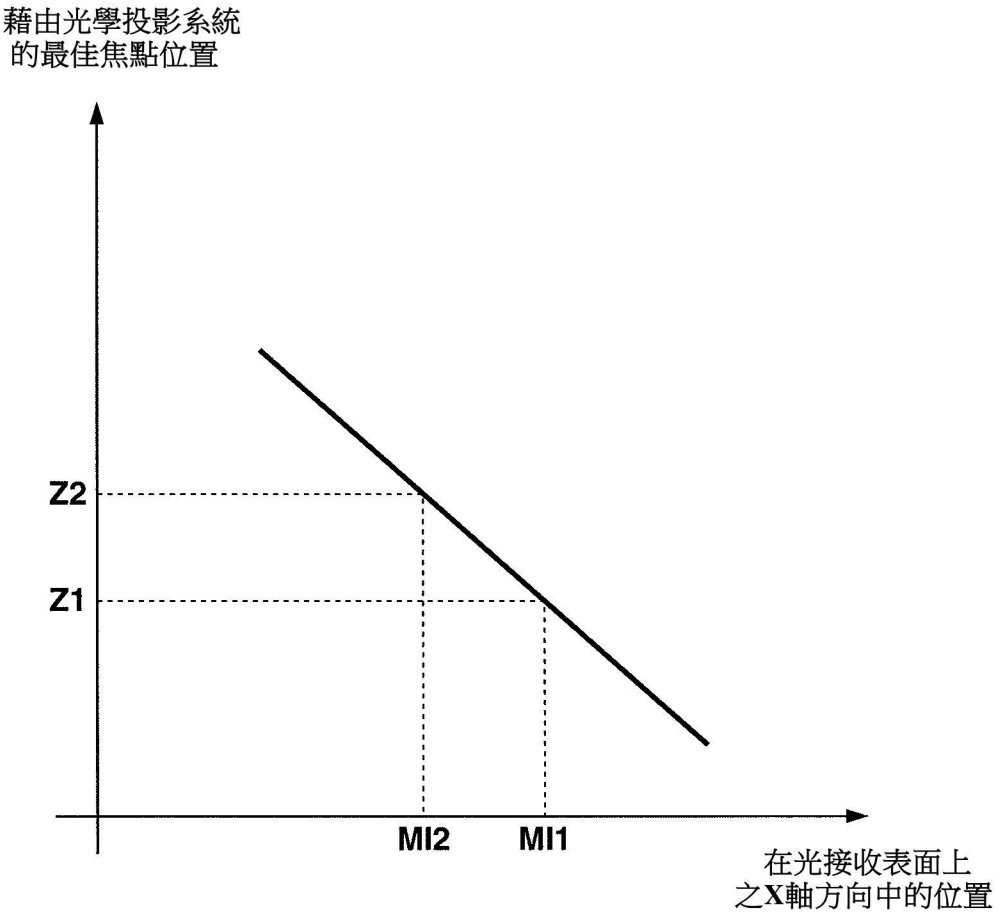
【圖 4B】



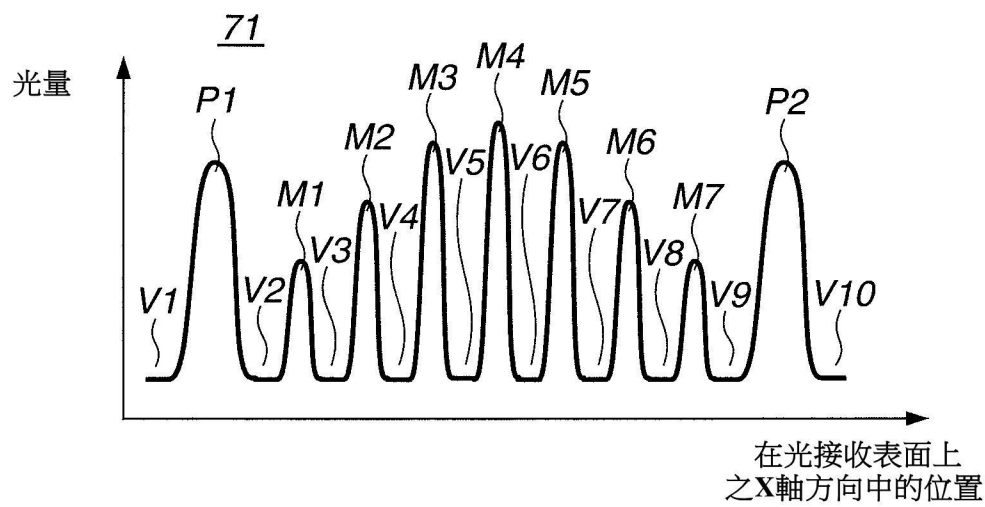
【圖 5A】



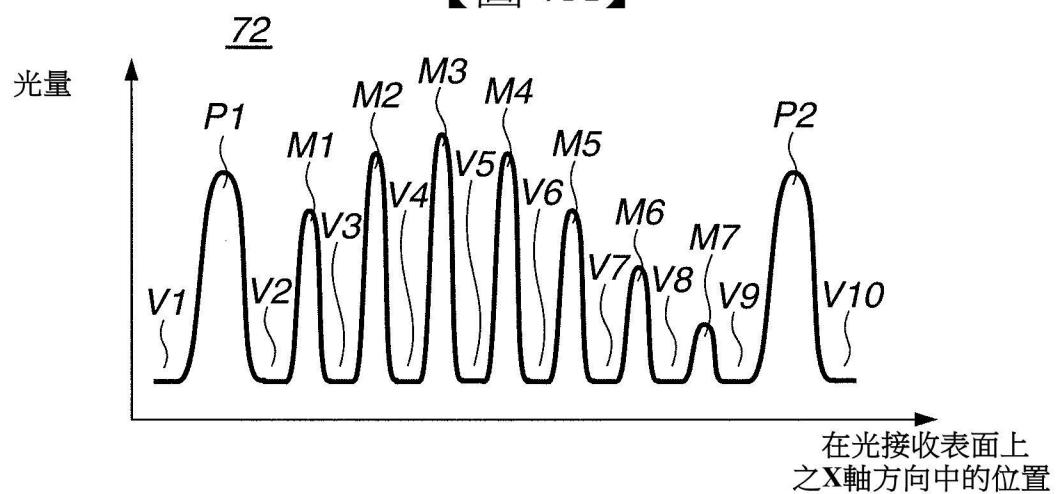
【圖 5B】



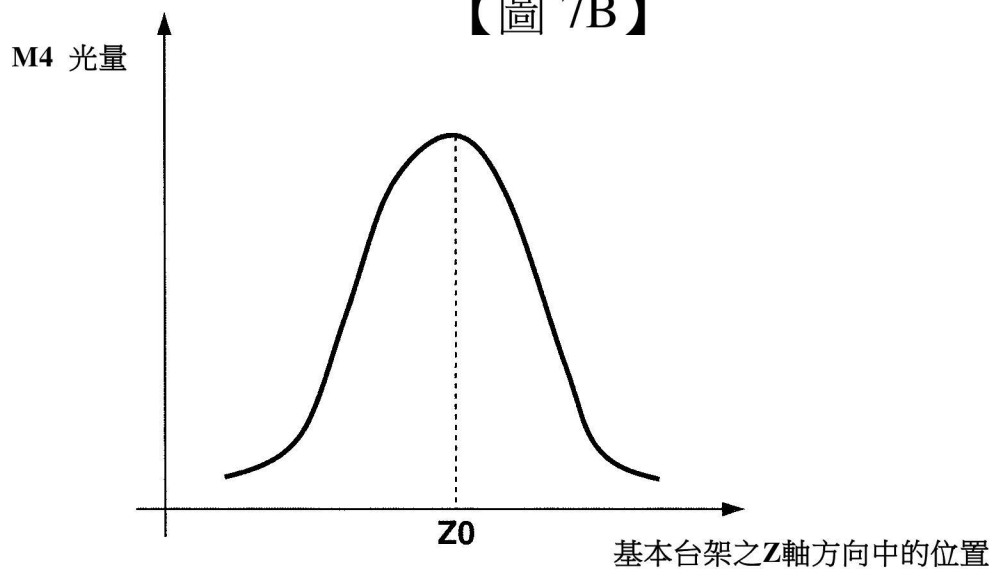
【圖 6】



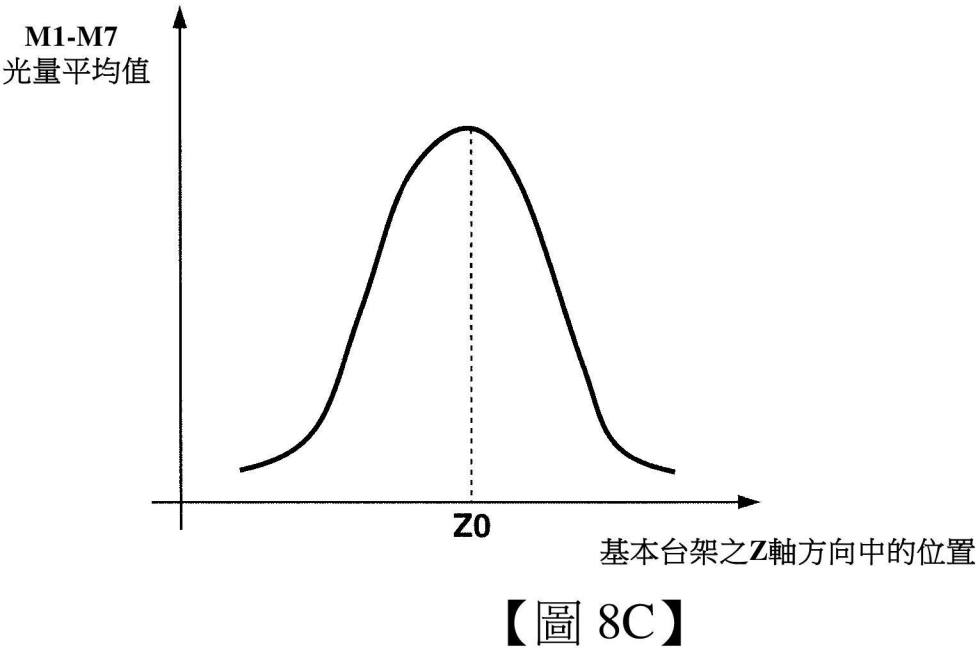
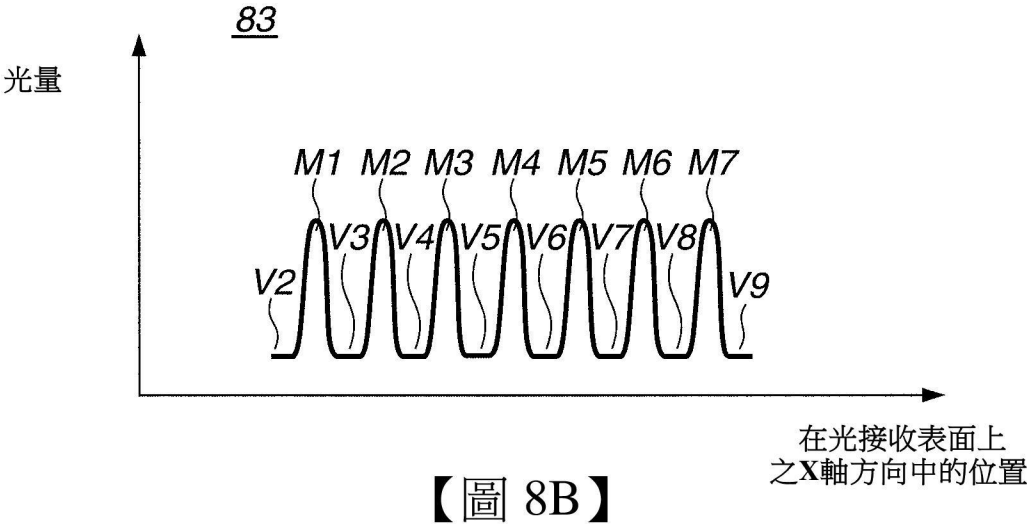
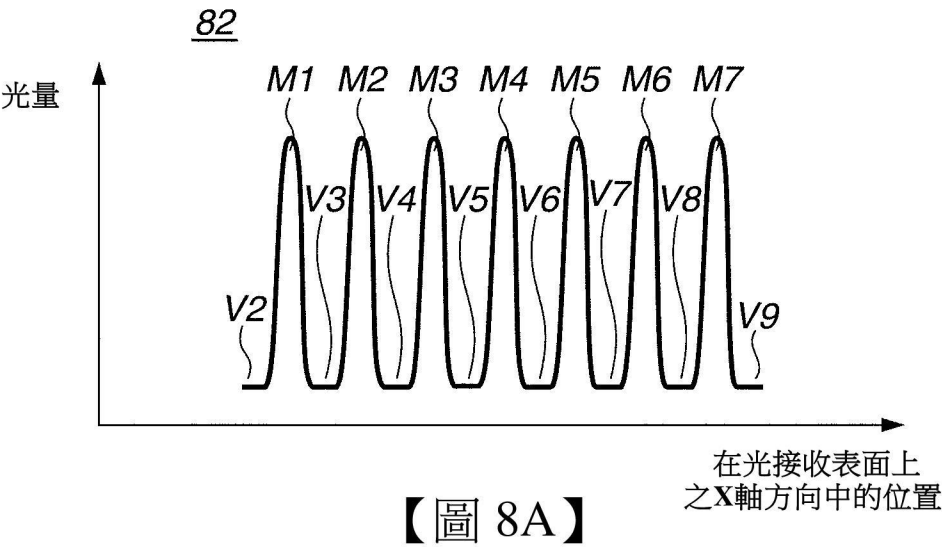
【圖 7A】

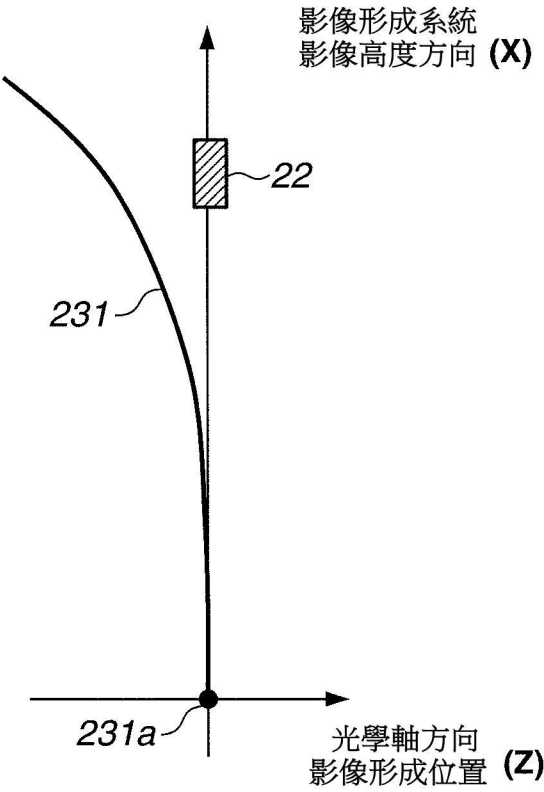


【圖 7B】

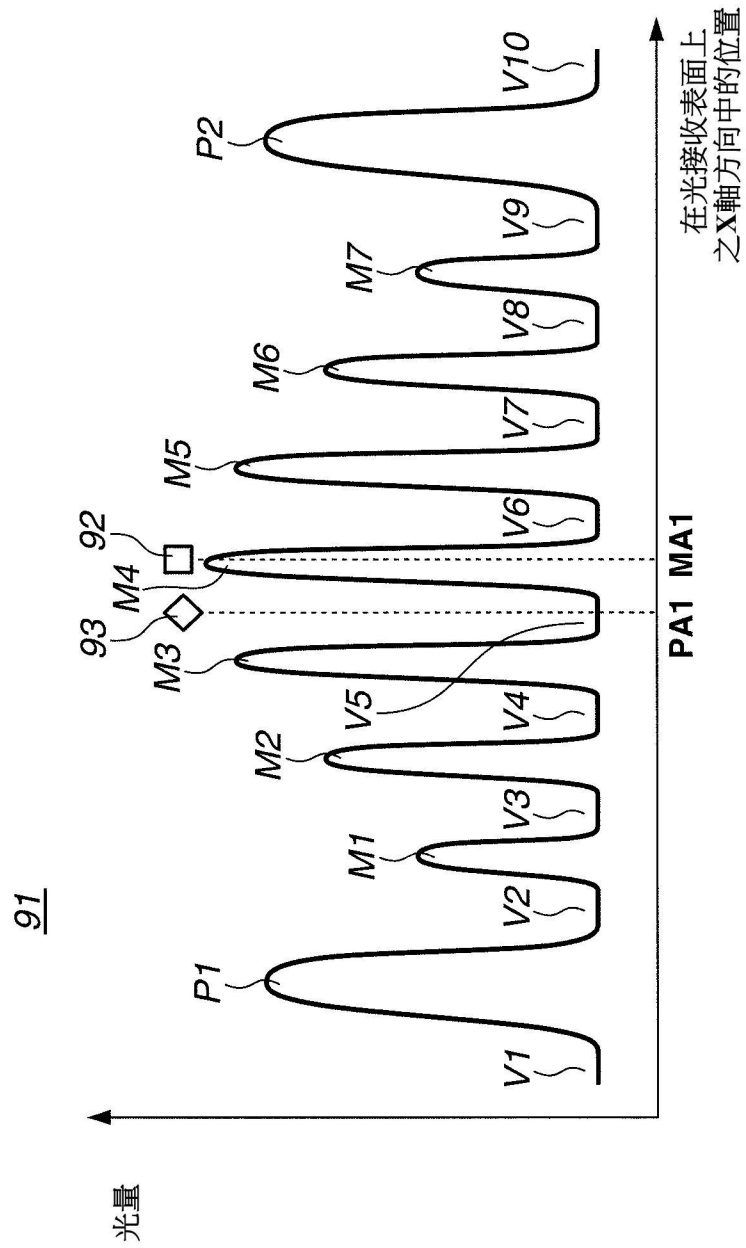


【圖 7C】

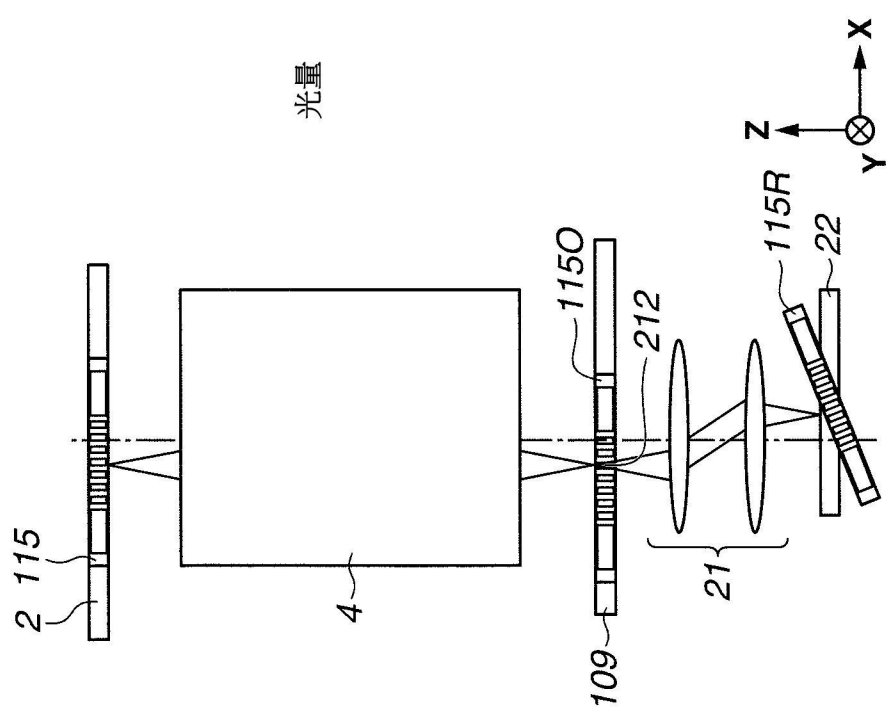




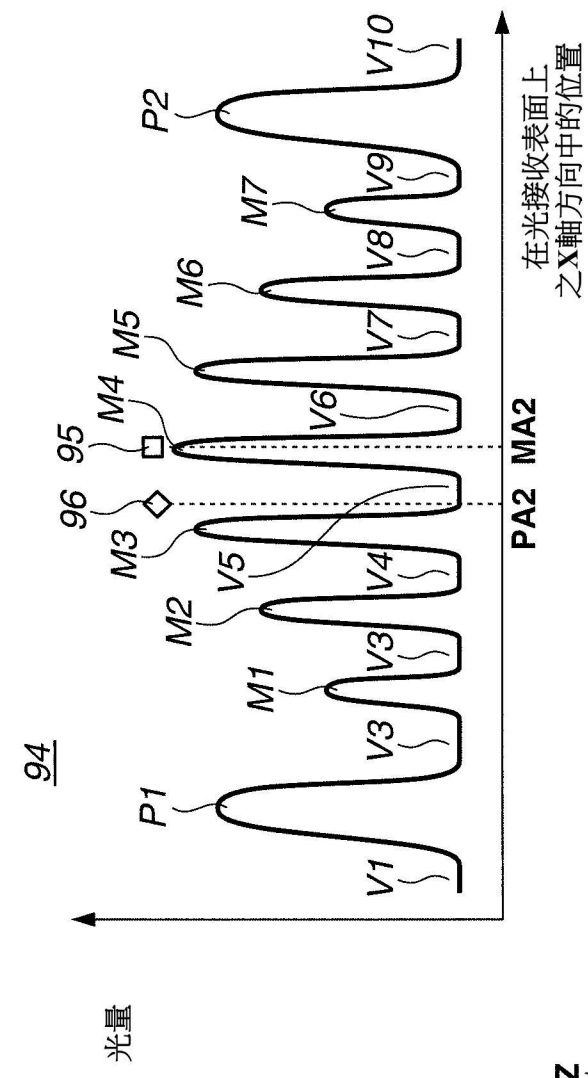
【圖 9】



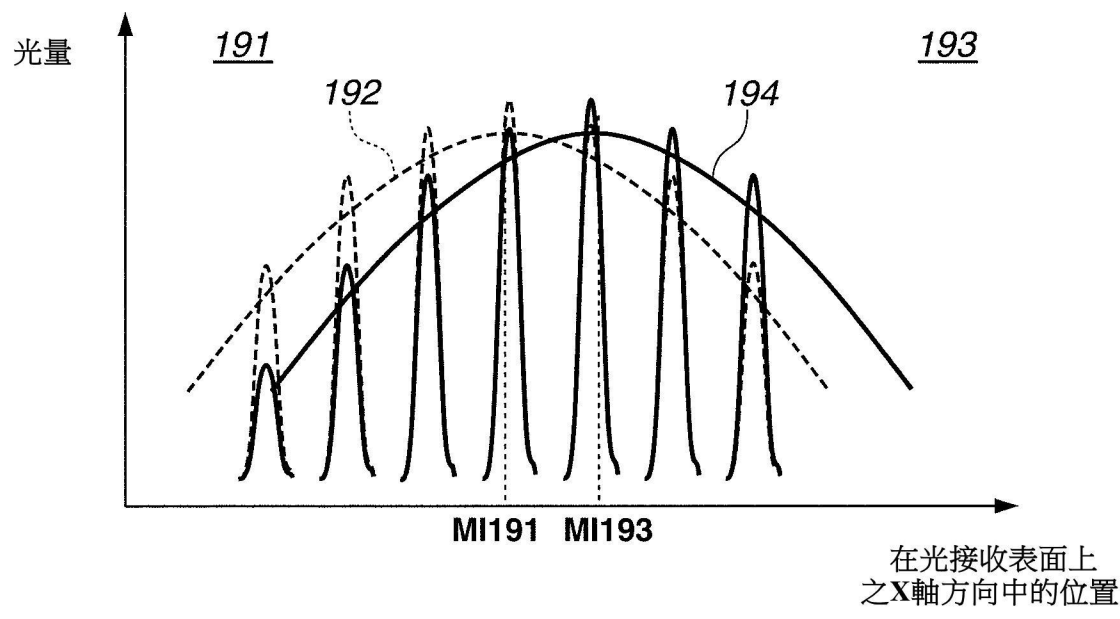
【圖 10】



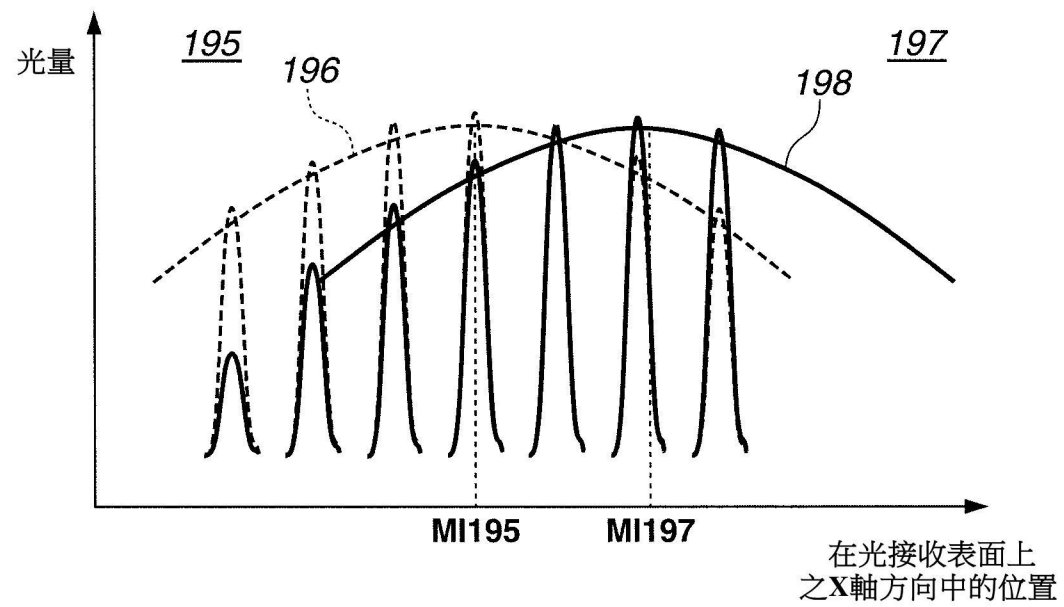
【圖 11A】



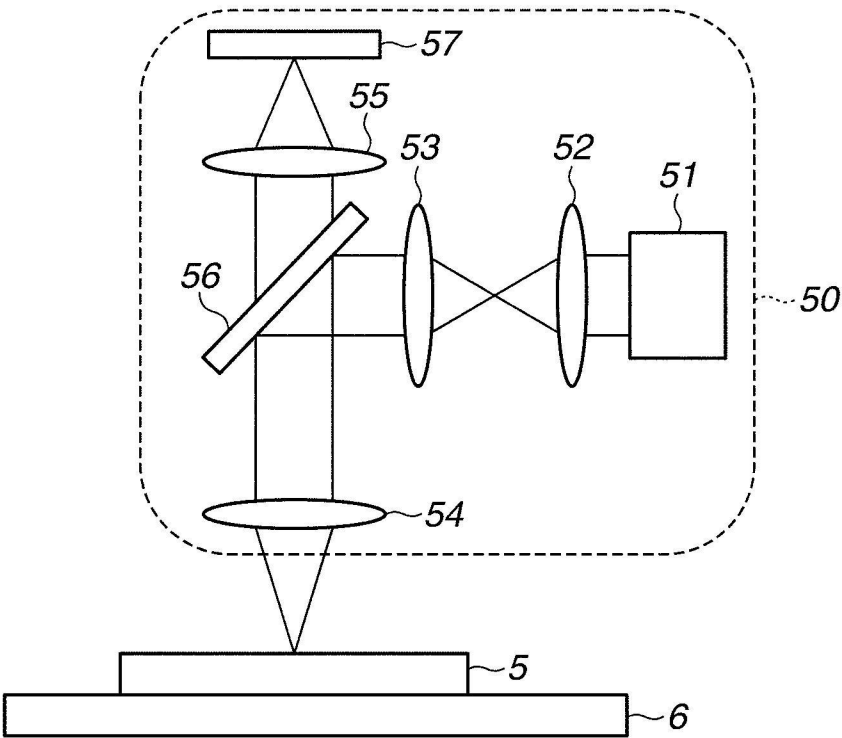
【圖 11B】



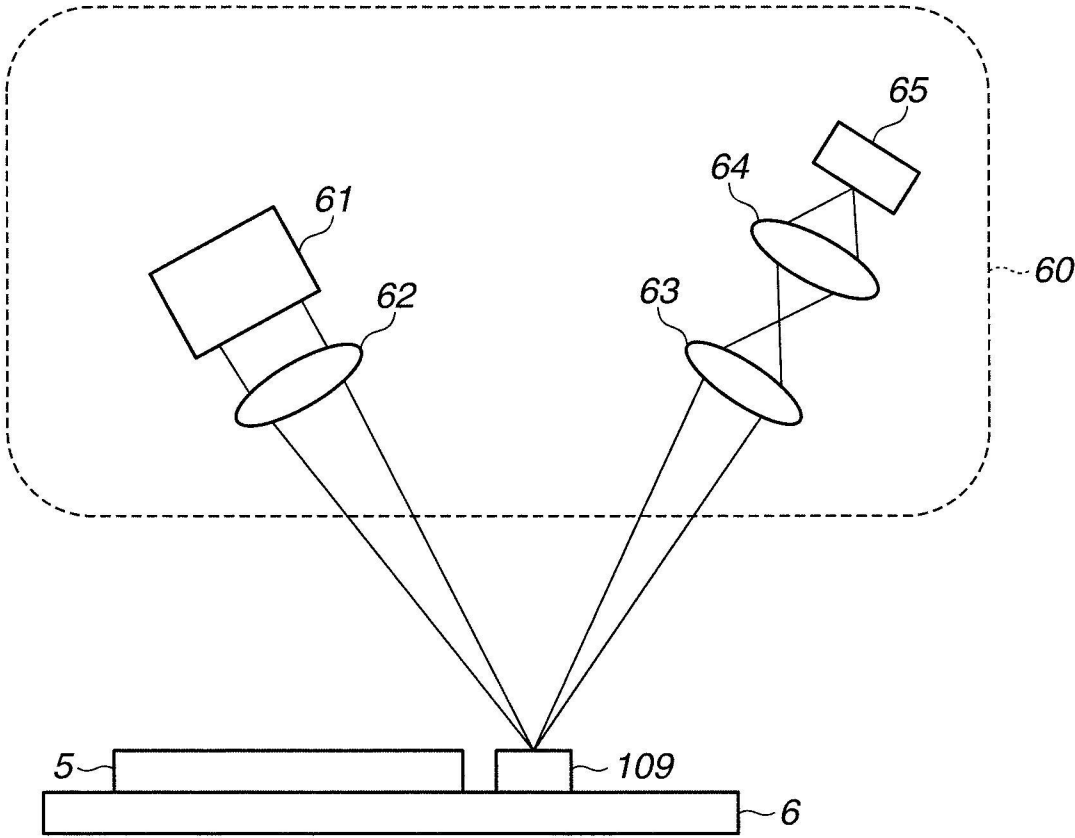
【圖 12A】



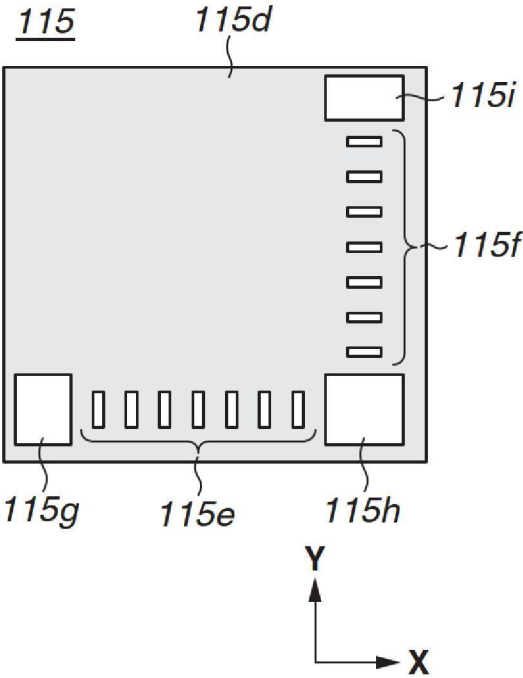
【圖 12B】



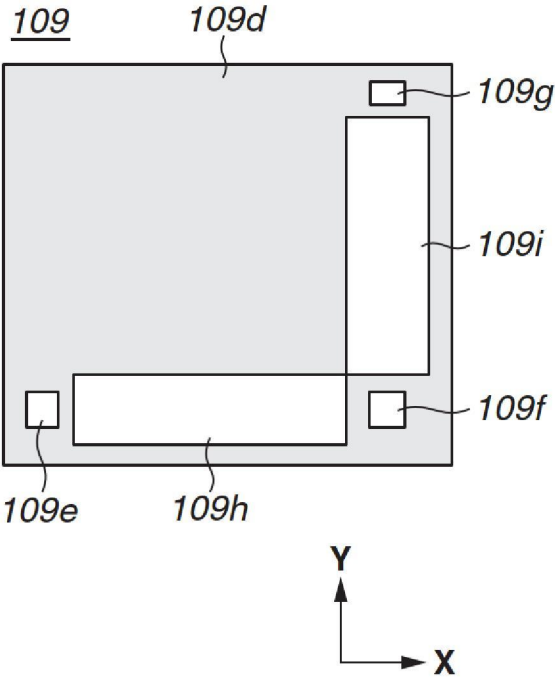
【圖 13A】



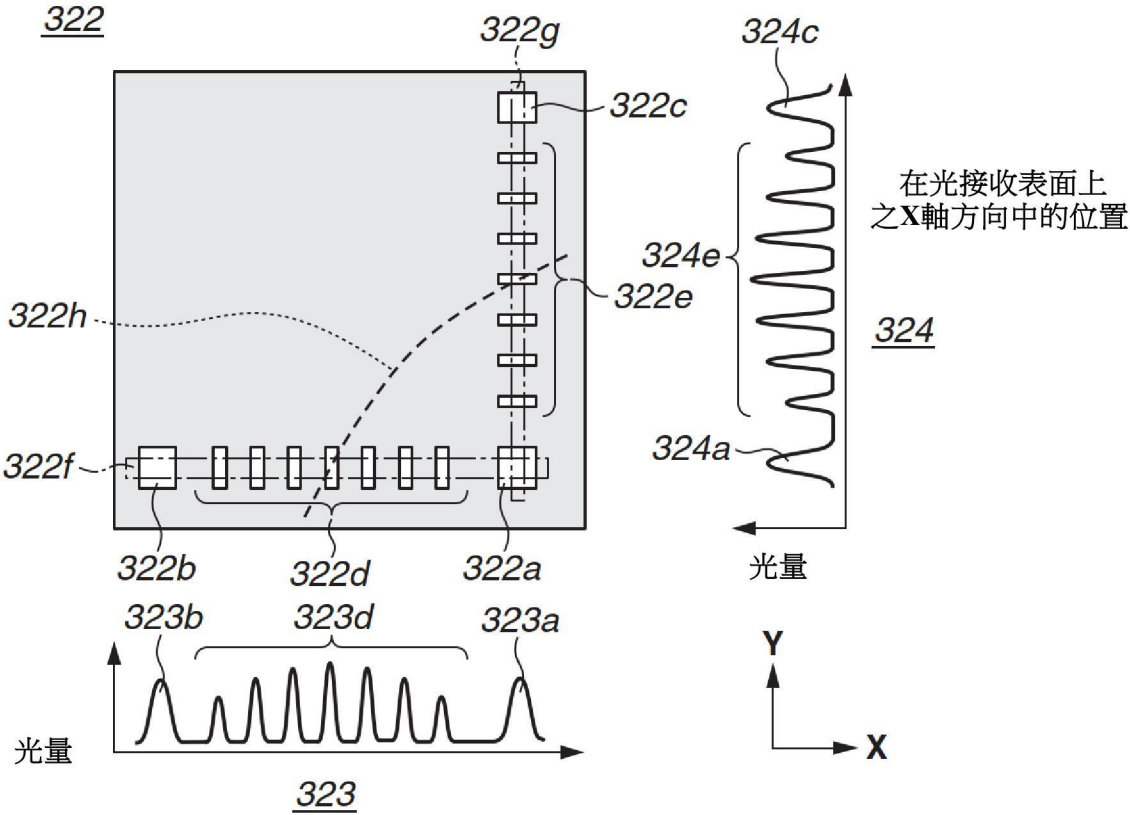
【圖 13B】



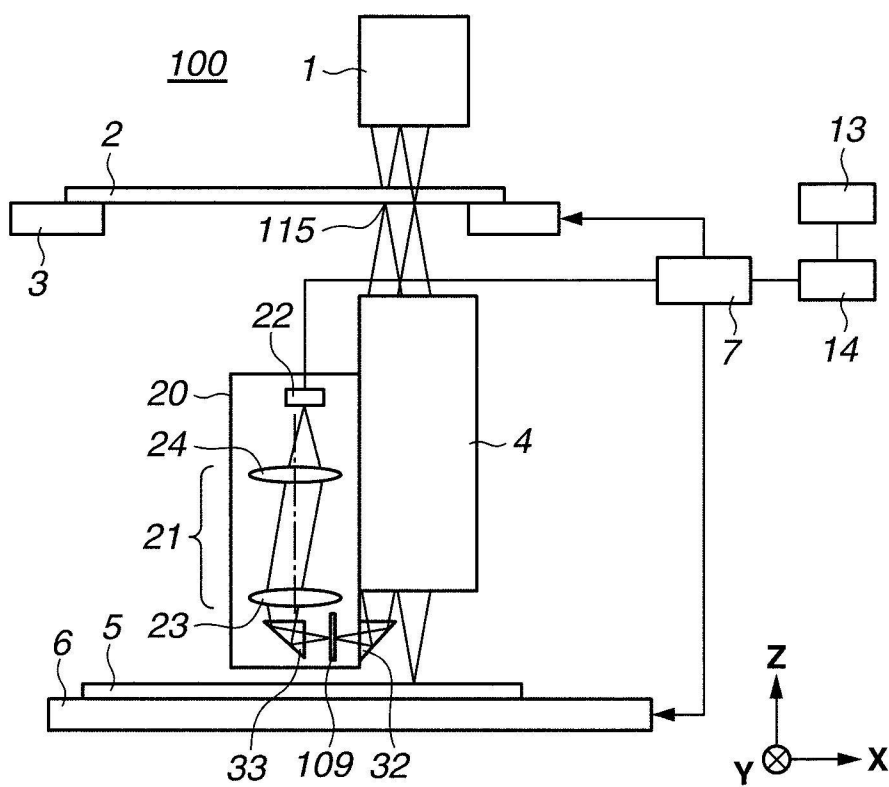
【圖 14A】



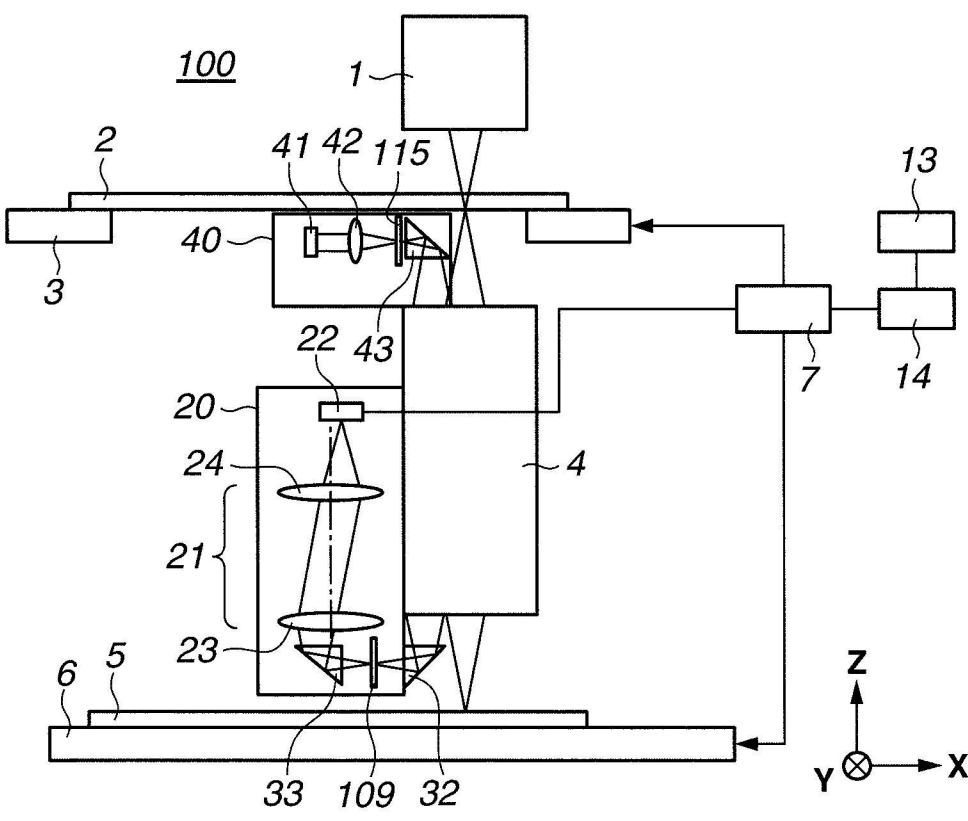
【圖 14B】



在光接收表面上之
Y軸方向中的位置
【圖 14C】



【圖 15A】



【圖 15B】